COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 MAI 1878.

PRÉSIDENCE DE M. FIZEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes, faites à l'Observatoire de Greenwich (transmises par l'Astronome royal, M.* G.-B. Airy) *et à l'Observatoire de Paris, pendant le premier trimestre de l'année* 1878; communiquées par M. Yvon Villarceau.

Dates. 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(147) Protogeneia.			
	h m s	h m s		° ′ ″		
Janv. 25	10 28 15	6 48 34,44		68 39 44,4		Paris.
29	10 9 53	6 45 56,35		68 37 5,2		Paris.
			(113) Amalthæa.			
Janv. 25	12 6 58	8 27 33,93	+ 22,39	70 32 50,6	+ 54,7	Paris.
29	11 47 7	8 23 25,83	+ 22,30	70 7 56,9	+ 54,4	Paris.

Dates. 1878.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphéméride.	Distance polaire.	Correction de l'éphéméride.	Lieu de l'observation.
			(61) DANAË.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Janv. 29	12 19 22	8 55 46,48	— 0,57	60 45 42,1	+ 5,1	Paris.
Fév. 18	10 41 23	8 36 22,37		61 8 37,3		Paris.
			(8) FLORA.			
Mars. 8	8 21 50	11 36 11,48				Greenwich.
13	13 21 26	11 31 11,33		77 29 42,8		Greenwich.
			(184) DEJOPEJA.			
Mars. 23	10 41 11	10 46 16,98		82 34 9,7		Paris.
26	10 27 37	10 44 30,17		82 24 25,8		Paris.
			(144) VIBILIA.			
Mars. 25	10 50 27	11 3 26,94	— 24,16	76 36 13,0	— 166,1	Paris.
26	10 45 48	11 2 43,46	— 23,99	76 32 58,9	— 161,1	Paris.
Avril. 1	10 18 10	10 58 40,69		76 16 3,0		Paris.
			(150) NUWA.			
Mars. 26	11 48 1	12 5 6,70		91 55 32,5		Paris.
Avril. 1	11 20 5	12 0 45,69		91 23 59,8		Paris.

» Les comparaisons se rapportent aux Éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations ont été faites, à Paris, par MM. Périgaud et Folain. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorie des sinus des ordres supérieurs* [1]; par M. YVON VILLARCEAU. (Extrait.)

« Les sinus des ordres supérieurs peuvent s'exprimer, sous forme finie, au moyen d'exponentielles et de fonctions hyperboliques et circulaires : cela permet d'en discuter plus facilement les propriétés et d'en effectuer la détermination numérique.

» La formule (8) peut s'écrire

$$e^{x\left(\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\sqrt{-1}\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)}=\sum_{0}^{m-1}\varphi_\mu x\, e^{\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}};$$

[1] Voir les *Comptes rendus* de la séance précédente.

le premier membre de cette équation est d'ailleurs égal à

$$e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\,e^{\sqrt{-1}\,x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}.$$

» Remplaçant dans le premier membre ainsi transformé, et dans le second, les exponentielles imaginaires par leurs valeurs en fonctions circulaires, on a

$$e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\left[\cos\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)+\sqrt{-1}\sin\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)\right]=\sum_0^{m-1}\varphi_\mu x\left(\cos\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\sqrt{-1}\sin\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right).$$

» Égalant séparément les parties réelles ainsi que les parties imaginaires, et écrivant, pour plus de simplicité, deux termes à indices différents, μ et μ', dans les seconds membres, il vient

$$(14)\quad\begin{cases} e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\cos\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)=\ldots+\varphi_\mu x\cos\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots+\varphi_{\mu'}x\cos\mu'\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots,\\ e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\sin\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)=\ldots+\varphi_\mu x\sin\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots+\varphi_{\mu'}x\sin\mu'\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots.\end{cases}$$

Multipliant ces deux expressions respectivement par les coefficients de $\varphi_\mu x$ et ajoutant membre à membre, nous aurons

$$(15)\quad\begin{cases} e^{x\cos\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}}\cos\left(x\sin\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}-\mu\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\right)\\ \quad=\ldots+\varphi_\mu x+\ldots+\varphi_{\mu'}x\cos(\mu'-\mu)\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}+\ldots.\end{cases}$$

» Les fonctions $\varphi_\mu x$, $\varphi_{\mu'}x$ étant indépendantes de n, concevons que l'on ait formé m équations au moyen de la précédente, dans laquelle on aura mis à la place de n l'une ou l'autre des suites de valeurs équidifférentes

$$(16)\quad\begin{cases}2,\ 4,\ 6,\ 8,\ \ldots,\ 2m-2,\ 2m,\\ 1,\ 3,\ 5,\ 7,\ \ldots,\ 2m-3,\ 2m-1,\end{cases}\qquad n\begin{cases}\text{pair,}\\ \text{impair,}\end{cases}$$

et qu'on ajoute ces équations membre à membre; on reconnaîtra aisément, au moyen de la formule relative à la somme de cosinus d'arguments équidifférents, que le coefficient de la fonction $\varphi_{\mu'}$ s'annulera quel que soit l'indice μ' différent de μ : on aura ainsi, en désignant par n_i l'un des

nombres des suites (16) et, par n_1 et n_m, les nombres extrêmes de ces séries,

$$(17)\qquad m\varphi_\mu x = \sum_{n_1}^{n_m} e^{x\cos\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}} \cos\left(x\sin\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2} - \mu\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}\right).$$

» Si l'on fait, pour abréger,

$$(18)\qquad \left\{\begin{aligned} &\alpha_i = \cos\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, \quad \beta_i = \sin\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, \\ &a_i = \cos\mu\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, \quad b_i = \sin\mu\frac{n_i}{m}\frac{\varpi}{2}, \end{aligned}\right.$$

la formule précédente donnera

$$(19)\qquad m\varphi_\mu x = \sum_{n_1}^{n_m} e^{\alpha_i x}(a_i\cos\beta_i x + b_i \sin\beta_i x).$$

» Nous devons faire remarquer que, s'il s'agissait seulement d'obtenir l'expression de l'exponentielle

$$e^{xe^{\frac{n}{m}\frac{\varpi}{2}\sqrt{-1}}}$$

sous la forme des m termes de l'expression (8), il ne serait pas nécessaire de considérer, dans chaque ordre de sinus, les deux genres hyperbolique et elliptique; un seul de ces genres suffirait à la solution du problème. En effet, les deux termes du rapport $\frac{n}{m}$ étant par hypothèse irréductibles, le genre hyperbolique ou elliptique serait fixé par la qualité paire ou impaire de l'entier n, et il suffirait, dans le cas de m impair, de développer les fonctions $\varphi_\mu x$ relatives à l'un ou à l'autre des deux genres hyperbolique et elliptique, puisque les formules (11) permettent de passer de l'un à l'autre genre, moyennant de simples changements de signes; quant au cas de m pair, n étant impair, il ne serait nécessaire que de développer les fonctions du genre elliptique. C'est ce dont nous allons nous occuper.

» Avant de procéder à ces développements, nous devons opérer, sur les formules (17) et (18), des réductions qui sont relatives à la nature du nombre m, au point de vue de son imparité ou de son degré de parité. Nous nous bornerons à donner les formules générales et nous y joindrons les expressions de la somme $\Sigma(\varphi_\mu x)^2$ des carrés des m sinus de la variable x.

Genre elliptique, ou n impair.

» 1° *m impair.* — Désignons par n'_i l'un des nombres de la suite des nombres entiers, zéro compris; et posons

$$(20)\quad \begin{cases} \alpha_i = \cos\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, & \beta_i = \sin\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, \\ a_i = \cos\mu\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, & b_i = \sin\mu\dfrac{2n'_i+1}{m}\dfrac{\varpi}{2}, \end{cases}$$

nous aurons

$$(21)\quad \frac{m}{2}f_\mu x = (-1)^\mu \frac{1}{2}e^{-x} + \sum_0^{\frac{m-3}{2}} e^{\alpha_i x}(a_i\cos\beta_i x + b_i\sin\beta_i x),$$

$$(22)\quad \Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{2}{m}\left(\frac{1}{2}e^{-2x} + e^{-2x\cos\frac{\varpi}{m}} + e^{-2x\cos 2\frac{\varpi}{m}} + e^{-2x\cos 3\frac{\varpi}{m}} + \ldots + e^{-2x\cos\frac{m-1}{2}\frac{\varpi}{m}}\right).$$

» 2° $\frac{m}{2}$ *pair.* — Au moyen des formules (27), on aura

$$(23)\quad \frac{m}{4}f_\mu x = \sum_0^{\frac{m}{4}-1}\left(a_i \,{}^{\mathfrak{Cos}}_{\mathfrak{Sin}}\,\alpha_i x\cos\beta_i x + b_i\,{}^{\mathfrak{Sin}}_{\mathfrak{Cos}}\,\alpha_i x\sin\beta_i x\right),\quad \mu\begin{cases}\text{pair,}\\ \text{impair,}\end{cases}$$

$$(24)\quad \Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{4}{m}\left[\mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{1}{m}\frac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{3}{m}\frac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{5}{m}\frac{\varpi}{2}\right) + \ldots + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{\frac{m}{2}-1}{m}\frac{\varpi}{2}\right)\right].$$

» 3° $\frac{m}{2}$ *impair.* — Faisant encore usage des formules (27), on aura

$$(25)\quad \begin{cases} \dfrac{m}{4}f_\mu x = \displaystyle\sum_0^{\frac{m-6}{4}}\left(a_i\,{}^{\mathfrak{Cos}}_{\mathfrak{Sin}}\,\alpha_i x\cos\beta_i x + b_i\,{}^{\mathfrak{Sin}}_{\mathfrak{Cos}}\,\alpha_i x\sin\beta_i x\right) \quad \mu\begin{cases}\text{pair,}\\ \text{impair;}\end{cases} \\ \qquad + \dfrac{1}{2}\cos\mu\dfrac{\varpi}{4}\cos x + \dfrac{1}{2}\sin\mu\dfrac{\varpi}{4}\sin x, \end{cases}$$

$$(26)\quad \Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{4}{m}\left[\frac{1}{2} + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{1}{m}\frac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{3}{m}\frac{\varpi}{2}\right) + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{5}{m}\frac{\varpi}{2}\right) + \ldots + \mathfrak{Cos}\left(2x\cos\frac{\frac{m}{2}-2}{m}\frac{\varpi}{2}\right)\right].$$

Genre parabolique, ou m infini.

» On a, dans tous les cas,

(27) $$\varphi_0 x = 1,$$

et, pour tout autre indice μ que zéro,

$$\varphi_\mu x = \frac{x^\mu}{1.2.3\ldots\mu};$$

d'où

(28) $$\Sigma(\varphi_\mu x)^2 = 1 + \left(\frac{x}{1}\right)^2 + \left(\frac{x^2}{1.2}\right)^2 + \left(\frac{x^3}{1.2.3}\right)^2 + \left(\frac{x^4}{1.2.3.4}\right)^2 + \ldots.$$

» Pour obtenir cette valeur sous forme finie, il faut recourir aux intégrales définies; plusieurs de ces intégrales peuvent la représenter; bornons-nous à la suivante :

(30) $$\Sigma(\varphi_\mu x)^2 = \frac{4}{\varpi}\int_0^{\frac{\varpi}{4}} \mathfrak{Cos}(2x\sin\theta)\,d\theta.$$

EXPRESSIONS, SOUS FORME FINIE, DES SINUS DES DIVERS ORDRES.

Genre elliptique, ou n impair.

Sinus de l'ordre zéro, ou $(m=1)$.

» Il n'en existe qu'un seul qui est un cosinus :

(31) $$f_0 x = e^{-x}, \quad \Sigma(f_\mu x)^2 = e^{-2x}.$$

Sinus du premier ordre, ou $(m=2)$.

» Ces sinus sont au nombre de deux, dont un cosinus :

(32) $$f_0 x = \cos x, \quad f_1 x = \sin x, \quad \Sigma(f_\mu x)^2 = 1.$$

Sinus du deuxième ordre, ou $(m=2)$.

» Ces sinus sont au nombre de trois, dont un cosinus:

(33) $$\begin{cases} f_0 x = +\frac{1}{3}\left(e^{-x} + 2e^{\frac{1}{2}x}\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x\right), \\ f_1 x = -\frac{1}{3}\left[e^{-x} - e^{\frac{1}{2}x}\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x + \sqrt{3}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}x\right)\right], \\ f_2 x = +\frac{1}{3}\left[e^{-x} - e^{\frac{1}{2}x}\left(\cos\frac{\sqrt{3}}{2}x - \sqrt{3}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}x\right)\right], \end{cases}$$

et

$$(34)\qquad \Sigma(f_\mu x)^2 = \tfrac{1}{3}(e^{-2x} + 2e^{x}).$$

Sinus du troisième ordre, ou $(m = 4)$.

» Ces sinus sont au nombre de quatre, dont un cosinus :

$$(35)\qquad \begin{cases} f_0 x = \qquad \mathfrak{Cos}\dfrac{x}{\sqrt{2}}\cos\dfrac{x}{\sqrt{2}}, \\ f_1 x = +\dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(\mathfrak{Sin}\dfrac{x}{\sqrt{2}}\cos\dfrac{x}{\sqrt{2}} + \mathfrak{Cos}\dfrac{x}{\sqrt{2}}\sin\dfrac{x}{\sqrt{2}}\right), \\ f_2 x = \qquad \mathfrak{Sin}\dfrac{x}{\sqrt{2}}\sin\dfrac{x}{\sqrt{2}}, \\ f_3 x = -\dfrac{1}{\sqrt{2}}\left(\mathfrak{Sin}\dfrac{x}{\sqrt{2}}\cos\dfrac{x}{\sqrt{2}} - \mathfrak{Cos}\dfrac{x}{\sqrt{2}}\sin\dfrac{x}{\sqrt{2}}\right); \end{cases}$$

$$(36)\qquad \Sigma(f_\mu x)^2 = \mathfrak{Cos}\sqrt{2}x.$$

Sinus du quatrième ordre, ou $(m = 5)$.

» Ces sinus sont au nombre de cinq, dont un cosinus.

» Posant, pour abréger,

$$(37)\qquad \begin{cases} \cos\dfrac{\varpi}{5} = +\eta = +\dfrac{\sqrt{5}-1}{4}, \quad \sin\dfrac{\varpi}{5} = \varepsilon = \dfrac{\sqrt{5+\sqrt{5}}}{2\sqrt{2}}, \\ \cos 2\dfrac{\varpi}{5} = -\eta' = -\dfrac{\sqrt{5}+1}{4}, \quad \sin 2\dfrac{\varpi}{5} = \varepsilon' = \dfrac{\sqrt{5-\sqrt{5}}}{2\sqrt{2}}, \end{cases}$$

on a

$$(38)\qquad \begin{cases} f_0 x = \tfrac{1}{5}[+e^{-x} + 2e^{-\eta x}\quad \cos\varepsilon x \qquad\qquad + 2e^{\eta' x}\quad \cos\varepsilon' x, \\ f_1 x = \tfrac{1}{5}[-e^{-x} - 2e^{-\eta x}(\eta\cos\varepsilon x - \varepsilon\sin\varepsilon x) + 2e^{\eta' x}(\eta'\cos\varepsilon' x + \varepsilon'\sin\varepsilon' x)], \\ f_2 x = \tfrac{1}{5}[+e^{-x} - 2e^{-\eta x}(\eta'\cos\varepsilon x + \varepsilon'\sin\varepsilon x) + 2e^{\eta' x}(\eta\cos\varepsilon' x + \varepsilon\sin\varepsilon' x)], \\ f_3 x = \tfrac{1}{5}[-e^{-x} + 2e^{-\eta x}(\eta'\cos\varepsilon x - \varepsilon'\sin\varepsilon x) - 2e^{\eta' x}(\eta\cos\varepsilon' x - \varepsilon\sin\varepsilon' x)], \\ f_4 x = \tfrac{1}{5}[+e^{-x} + 2e^{-\eta x}(\eta\cos\varepsilon x + \varepsilon\sin\varepsilon x) - 2e^{\eta' x}(\eta'\cos\varepsilon' x - \varepsilon'\sin\varepsilon' x)]; \end{cases}$$

$$(39)\qquad \Sigma(f_\mu x)^2 = \frac{2}{5}\left(\frac{1}{2}e^{-2x} + e^{-2\eta x} + e^{+2\eta' x}\right) = \frac{1}{5}\left(e^{-2x} + 4e^{\frac{x}{2}}\mathfrak{Cos}\frac{\sqrt{5}}{2}x\right).$$

Sinus du cinquième ordre, ou $(m = 6)$.

» Ces sinus sont au nombre de six, dont un cosinus :

$$(40) \quad \left\{ \begin{aligned} f_0 x &= \tfrac{1}{3}\left(+\cos x + 2\,\mathfrak{Cos}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \cos\tfrac{1}{2}x\right), \\ f_1 x &= \tfrac{1}{3}\left(+\sin x + \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \cos\tfrac{1}{2}x + \mathfrak{Cos}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \sin\tfrac{1}{2}x\right), \\ f_2 x &= \tfrac{1}{3}\left(-\cos x + \mathfrak{Cos}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \cos\tfrac{1}{2}x + \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \sin\tfrac{1}{2}x\right), \\ f_3 x &= \tfrac{1}{3}\left(-\sin x + 2\,\mathfrak{Cos}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \sin\tfrac{1}{2}x\right), \\ f_4 x &= \tfrac{1}{3}\left(+\cos x - \mathfrak{Cos}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \cos\tfrac{1}{2}x + \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\tfrac{\sqrt{2}}{3}x \sin\tfrac{1}{2}x\right), \\ f_5 x &= \tfrac{1}{3}\left(+\sin x - \sqrt{3}\,\mathfrak{Sin}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \cos\tfrac{1}{2}x + \mathfrak{Cos}\tfrac{\sqrt{3}}{2}x \sin\tfrac{1}{2}x\right), \end{aligned} \right.$$

$$(41) \qquad \Sigma(f_\mu x)^2 = \tfrac{1}{3}\left(1 + 2\,\mathfrak{Cos}\sqrt{3}x\right).$$

» Nous terminerons ici ces développements, bien que nous les ayons étendus à $m = 7$ et $m = 8$; tandis que H. Wronski s'est borné à présenter les sinus des second et troisième ordres.

Genre hyperbolique, ou n pair.

» On a vu qu'il n'y a point à s'occuper du cas de *m pair*. Quant au cas de *m impair*, on déduira les $\mathfrak{F}_\mu x$ des $f_\mu x$, en y changeant le signe de la variable et le signe du résultat ainsi obtenu, lorsque μ sera *impair*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la température de l'air à la surface du sol et de la terre jusqu'à 36 mètres de profondeur, ainsi que sur la température de deux sols, l'un dénudé, l'autre couvert de gazon, pendant l'année 1877.* Mémoire de MM. BECQUEREL et EDM. BECQUEREL. (Extrait par M. Edm. Becquerel.)

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les tableaux météorologiques contenant les résultats des observations de température faites au Muséum depuis le 1er décembre 1876 jusqu'au 30 novembre 1877 inclusivement, dans l'air, puis en terre, à des profondeurs variables de 1 à 36 mètres, et

enfin dans la partie supérieure du sol, suivant qu'il est dénudé ou couvert de gazon, pendant la même période de temps.

» Ce travail est la suite des recherches entreprises au Muséum par mon père depuis quinze ans, à l'aide d'une série d'appareils thermo-électriques imaginés par lui, et c'est le dernier Mémoire auquel il ait travaillé; il avait bien voulu m'adjoindre à ses recherches météorologiques, et nous devions présenter ce résumé annuel dans les premiers jours de l'année; mais, par suite de diverses circonstances, j'ai été obligé d'en ajourner la publication.

» Les observations ont été faites, comme dans les années antérieures, à l'aide de thermomètres électriques, qui permettent de suivre les changements de température loin du lieu d'observation, et qui ont été décrits dans les *Mémoires de l'Académie* (1).

» Le Mémoire renferme d'abord les tableaux relatifs aux observations de température dans l'air, au nord, à 10m,7 au-dessus du sol du Muséum, et au haut d'un mât, librement, à 10 mètres au-dessus du premier appareil. Nous rapporterons seulement ici les moyennes annuelles, en y joignant celles des années précédentes :

	1875				1876				1877			
	Thermométrographe.	Thermomètres à maxima et à minima.	Au mât.	Au nord.	Thermométrographe.	Thermomètres à maxima et à minima.	Au mât.	Au nord.	Thermométrographe.	Thermomètres à maxima et à minima.	Au mât.	Au nord.
Moyennes déduites des maxima et minima....	11°,0	11°,03	»	»	11°,03	10°,96	»	»	11°,67	11°,60	»	»
Température à 6 h. M. ..	»	»	8,24	8,43	»	»	8,59	8,50	»	»	9,42	9,24
» à 9 h. M....	»	»	10,97	10,91	»	»	11,17	11,14	»	»	11,94	11,51
» à 3 h. S. ...	»	»	14,16	14,[illegible]6	»	»	14,05	14,12	»	»	14,52	14,40
Moyennes des trois valeurs précédentes.	»	»	11,12	11,17	»	»	11,27	11,2[illegible]	»	»	11,[illegible]6	11,72

» On voit, d'après ces résultats, que les moyennes annuelles peuvent se déduire aussi bien des observations faites électriquement au haut du mât que des moyennes au nord. On voit encore que, cette année, la moyenne a été plus élevée d'un peu plus de $\frac{1}{2}$ degré que les années précédentes.

» Les circuits thermo-électriques donnent les températures de chaque

(1) *Mémoires de l'Acad. des Sciences*, t. XXXII, XXXVIII, XL et XLI; *Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 587 et 700.

jour à 1 mètre de profondeur, et mensuelles à partir de 6 mètres jusqu'à 36 mètres. On donne seulement ici le résumé des observations par saisons. [Les températures sont corrigées de la variation du zéro du thermomètre servant aux expériences ([1]).] »

PROFONDEUR	TEMPÉRATURE MOYENNE 1877.					MOYENNES ANNUELLES DES TROIS DERNIÈRES ANNÉES.			
	HIVER. Déc. 1876, janvier et févr. 1877.	PRINTEMPS. Mars, avril, mai.	ÉTÉ. Juin, juillet, août.	AUTOMNE. Sept., oct., novemb.	ANNÉE.	1875	1876	1877	11 ANNÉES 1861 à 1877.
m	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1	8,89	8,04	12,98	» »	» »	10,70	10,67	» »	11,25
6	12,71	11,55	11,76	13,00	12,26	11,88	11,99	12,26	11,97
11	12,27	12,08	12,21	12,27	12,21	11,93	12,18	12,21	12,00
16	12,11	12,19	12,36	12,29	12,24	12,11	12,22	12,24	12,05
21	12,17	12,21	12,24	12,26	12,22	12,14	12,18	12,22	12,10
26	12,22	12,36	12,73	12,53	12,41	12,44	12,41	12,41	12,37
31	12,40	12,36	12,39	12,40	12,39	12,35	12,41	12,39	12,33
36	12,56	12,49	12,48	12,50	12,51	12,47	12,52	12,53	12,44

» On voit, comme les années précédentes, que l'augmentation de température avec la profondeur n'est modifiée qu'à 16 mètres et à 26 mètres, et cela avec une grande régularité. Là se trouvent, comme on sait, les deux nappes d'eau souterraines qui se dirigent vers la Seine et donnent, à ces profondeurs, des températures qui suivent à peu près les variations de température de l'air. Entre les deux couches distantes de 10 mètres, la température varie peu dans les diverses saisons, tandis que, en deçà et au delà, la température des couches n'est modifiée que d'après les lois de la propagation de la chaleur dans la terre, et qu'alors les époques où l'on observe les maxima et les minima de température s'écartent d'autant plus de celles où on les observe dans l'air, que la profondeur est plus grande. On a donné antérieurement les indications précises de ces retards aux diverses profondeurs.

» On peut également reconnaître la régularité de la transmission du flux calorifique dans le sol du Muséum; mais, pendant l'année 1877, les froids

([1]) A 1 mètre, le câble particulier qui donne la température a subi une altération au mois de septembre, et à partir de cette époque on n'a pu avoir d'observations à cette profondeur. Elles ont continué partout ailleurs.

qui se sont produits dans le mois de mars ont fait reculer l'époque où, d'ordinaire, on observe les minima de température à une certaine profondeur : ainsi, à 1 mètre de profondeur, le minimum absolu s'est présenté le 18 mars, bien que dans le mois de février il y ait eu indication d'un autre minimum, qui doit suivre à peu près de un mois le minimum dans l'air, quand la marche de la température est régulière et que le minimum de froid observé au nord tombe au milieu de janvier. A 1 mètre de profondeur, le maximum a eu lieu le 9 septembre.

» Le Mémoire renferme ensuite les résultats des observations faites sous des sols dénudés et gazonnés, à des profondeurs variant de $0^{m},05$ à $0^{m},60$, le matin et le soir; on en déduit, pour les différents mois, les moyennes transcrites dans le tableau annexé à cet extrait (ces nombres sont corrigés de la variation du zéro thermométrique). On a tracé également, dans le Mémoire, les courbes qui donnent la marche de la température sous les deux sols à ces différentes profondeurs, à 6 heures du matin, à 3 heures du soir, et avec la moyenne diurne.

» On voit, comme cela résultait des années précédentes [1], qu'en 1876-1877 la marche générale de la température s'est effectuée d'une manière analogue; c'est ainsi que l'on reconnaît qu'à $0^{m},05$ de profondeur la moyenne de chaque mois est toujours plus élevée à 6 heures du matin sous le sol gazonné que sous le sol dénudé. La différence a été de $3^{\circ},86$ en septembre, s'est abaissée à 1 degré en février; mais la moyenne annuelle a été de $2^{\circ},14$.

» A 3 heures du soir, à la même profondeur de 0,05, de février en octobre, c'est-à-dire au printemps, en été et au commencement de l'automne, c'est l'inverse qui a lieu, et l'action solaire sur le sol sablonneux donne à celui-ci un excès de température variant de $0^{\circ},20$ à $3^{\circ},42$ sur la température observée sous le sol gazonné; de novembre en février, c'est-à-dire en hiver, le refroidissement du sol dénudé est plus grand et sa température est plus basse de $0^{\circ},28$ à $0^{\circ},47$ que celle du sol gazonné. En moyenne annuelle, les excès ne se correspondent pas, et à cette profondeur, à 3 heures, le sol dénudé est resté plus froid de $1^{\circ},15$ que le sol gazonné.

» A la profondeur de $0^{m},10$, on a observé des effets analogues, si ce n'est que les différences de température entre les deux sols ont été moins grandes. A partir de $0^{m},20$, comme à $0^{m},30$ et à $0^{m},06$, au printemps et au

---

(1) *Mémoires de l'Académie*, t. XL; *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 773, et t. LXXXII, p. 703 et 704.

		TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLE à 6 heures du matin.					TEMPÉRATURE MOYENNE MENSUELLE à 3 heures du soir.					TEMPÉRATURE MOYENNE mensuelle.				
		0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60	0m,05	0m,10	0m,20	0m,30	0m,60
Décembre 1876.	Sol gazonné	7,15	7,39	7,50	7,93	8,32	7,19	7,17	7,35	7,57	8,19	7,17	7,28	7,22	7,75	8,20
	Sol dénudé	5,77	6,03	6,29	6,62	7,42	6,72	6,54	6,29	6,49	7,35	6,24	6,28	6,29	6,55	7,38
	Différence	1,38	1,36	1,21	1,31	0,80	0,47	0,63	1,06	1,08	0,84	0,93	1,00	0,93	1,20	0,82
Janvier 1877.	Sol gazonné	5,95	6,05	6,35	6,56	7,04	5,91	5,90	6,12	6,35	6,96	5,93	5,97	6,23	6,45	7,00
	Sol dénudé	4,52	4,91	5,34	5,74	6,52	5,63	5,40	5,28	5,52	6,42	5,07	5,15	5,31	5,63	6,47
	Différence	1,43	1,14	1,01	0,82	0,52	0,28	0,50	0,84	0,83	0,54	0,86	0,82	0,92	0,82	0,53
Février 1877.	Sol gazonné	6,28	6,48	6,64	6,64	6,76	6,68	6,49	6,43	6,51	6,74	6,48	6,48	6,53	6,57	6,75
	Sol dénudé	5,25	5,59	6,05	6,32	6,66	7,45	6,84	6,27	6,24	6,67	6,35	6,21	6,16	6,28	6,66
	Différence	1,03	0,89	0,59	0,32	0,10	-0,77	-0,35	0,16	0,27	0,07	0,13	0,27	0,37	0,29	0,09
Mars 1877.	Sol gazonné	5,17	5,37	5,57	5,66	5,99	5,96	5,73	5,62	5,70	6,04	5,56	5,55	5,59	5,68	6,01
	Sol dénudé	3,81	4,22	7,74	5,06	5,58	7,34	6,38	5,36	5,19	5,68	5,57	5,40	5,05	5,12	5,63
	Différence	1,36	1,15	0,83	0,60	0,41	-1,38	-0,65	0,26	0,51	0,36	-0,01	0,15	0,54	0,56	0,38
Avril 1877.	Sol gazonné	9,41	9,48	9,49	9,39	9,07	10,88	10,19	9,72	9,50	9,21	10,14	9,83	9,60	9,44	9,14
	Sol dénudé	7,57	8,76	9,25	9,54	9,50	13,78	12,33	10,44	9,79	9,60	10,42	10,54	9,84	9,66	9,55
	Différence	1,84	0,72	0,24	-0,15	-0,43	-2,90	-2,14	-0,72	-0,29	-0,39	0,28	-0,71	-0,24	-0,22	-0,41
Mai 1877.	Sol gazonné	12,05	12,15	12,20	12,14	11,76	14,31	13,29	12,60	12,31	11,84	13,18	12,72	12,90	12,22	11,80
	Sol dénudé	9,58	10,45	11,37	11,72	11,53	16,36	14,68	12,65	11,90	11,60	12,97	12,85	12,01	11,81	11,56
	Différence	2,47	1,70	0,83	0,42	0,23	-2,05	-1,39	-0,05	0,41	0,24	0,21	-0,13	0,89	0,41	0,24
Juin 1877.	Sol gazonné	19,28	19,24	19,10	18,87	17,39	22,92	21,15	19,59	18,87	17,50	21,10	20,19	19,34	18,87	17,44
	Sol dénudé	17,05	18,15	19,06	19,27	18,15	26,34	24,02	20,97	19,56	18,12	21,69	21,08	20,01	19,31	18,13
	Différence	2,23	1,09	0,04	-0,40	-0,76	-3,42	-2,87	-1,38	-0,69	-0,62	-0,59	-0,89	-0,67	-0,44	-0,69
Juillet 1877.	Sol gazonné	19,67	20,08	20,21	20,13	16,69	22,63	21,50	20,56	20,26	19,71	21,15	20,79	20,38	20,19	19,70
	Sol dénudé	16,86	18,05	19,30	19,54	19,15	24,89	22,87	20,52	19,66	19,20	20,87	20,46	19,91	19,60	19,17
	Différence	2,81	2,03	0,91	0,59	0,54	-2,26	-1,37	0,04	0,60	0,51	0,28	0,33	0,47	0,59	0,53
Août 1877.	Sol gazonné	19,31	19,69	19,89	19,93	19,77	21,43	20,68	20,17	20,04	19,77	20,37	10,18	20,03	19,98	19,77
	Sol dénudé	16,25	17,61	18,76	18,92	18,87	23,04	21,49	19,60	18,99	18,87	19,63	19,55	19,08	18,95	18,87
	Différence	3,08	2,08	1,33	1,01	0,90	-1,61	-0,81	0,57	1,05	0,90	0,74	0,63	0,95	1,03	0,90
Septembre 1877.	Sol gazonné	14,67	15,33	15,87	16,31	16,98	15,69	15,60	15,81	16,18	16,89	15,18	15,46	15,84	16,21	16,93
	Sol dénudé	10,81	12,01	13,30	14,12	15,00	16,06	14,67	13,77	13,85	14,95	13,43	13,34	13,53	13,98	14,97
	Différence	3,86	3,32	2,57	2,19	1,98	-0,37	0,93	2,04	2,33	1,94	1,75	2,12	2,31	2,23	1,96
Octobre 1877.	Sol gazonné	9,24	9,72	10,16	10,60	11,54	10,01	10,02	10,49	10,66	11,50	9,62	9,87	10,22	10,63	11,52
	Sol dénudé	6,84	7,60	8,45	9,00	9,88	10,21	9,43	9,03	8,94	10,03	8,52	8,51	8,74	8,97	9,95
	Différence	2,40	2,12	1,71	1,60	1,66	-0,20	0,59	1,26	1,72	1,47	1,10	1,36	1,48	1,66	1,57
Novembre 1877.	Sol gazonné	8,46	8,76	9,14	9,41	10,15	9,00	9,22	9,23	9,42	10,06	8,73	8,99	9,18	9,41	10,10
	Sol dénudé	6,69	7,09	7,65	8,20	9,17	8,58	8,32	8,02	8,21	9,17	7,63	7,70	7,83	8,20	9,17
	Différence	1,77	1,67	1,49	1,21	0,98	0,42	0,90	1,21	1,21	0,89	1,10	1,29	1,35	1,21	0,93
ANNÉE moyenne.	Sol gazonné	11,38	11,64	11,84	11,96	12,03	12,71	12,24	11,94	11,94	12,03	12,04	11,94	11,89	11,95	12,03
	Sol dénudé	9,24	10,04	10,78	11,17	11,45	13,86	12,74	11,51	11,19	11,47	11,55	11,39	11,14	11,18	11,46
	Différence	2,14	1,60	1,06	0,79	0,58	-1,15	-0,50	0,43	0,75	0,56	0,49	0,55	0,75	0,77	0,57

commencement de l'été, la température moyenne diurne est devenue plus basse sous le sol gazonné que sous le sol dénudé; mais, dans les autres mois, elle a été plus élevée, et la moyenne annuelle est restée en général plus haute de $0^{\circ},5$ environ.

» En résumé, ces résultats indiquent que la température en moyenne, en 1877, a été un peu plus élevée sous le sol gazonné que sous le sol dénudé, et, en outre, que sous le premier sol la température n'est pas descendue au-dessous de zéro; la mauvaise conductibilité de ce sol est donc nettement mise en évidence. Sous le sol dénudé, à $0^{m},05$, une seule fois, le 24 janvier, la température est descendue au-dessous de celle de la glace fondante. Du reste, l'hiver a été relativement doux, et le nombre de jours de gelée consécutifs a été restreint. Déjà, l'année précédente, nous avons appelé l'attention sur ce fait important de la préservation de la gelée due à l'influence des sols gazonnés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le rôle des acides auxiliaires dans l'éthérification Expériences chimiques;* par M. BERTHELOT.

« 1. Il faut remonter jusqu'à Thenard, et même jusqu'à Scheele, pour trouver les premières observations relatives au rôle des acides auxiliaires dans l'éthérification. En même temps qu'ils précisaient la formation des divers éthers composés et les distinguaient nettement les uns des autres, ces savants remarquèrent que certains acides minéraux, les acides chlorhydrique et sulfurique en particulier, avaient la propriété de déterminer la combinaison immédiate de l'alcool avec les acides organiques, tels que les acides acétique, benzoïque, etc. Ces derniers acides, mis en présence de l'alcool, ne s'éthérifient pas immédiatement, mais seulement avec le concours de nombreuses distillations et de cohobations réitérées; tandis que la présence de quelques centièmes d'acide chlorhydrique ou sulfurique, ajoutés au mélange d'acide organique et d'alcool avant la distillation, suffit pour provoquer une formation abondante des éthers acétique, benzoïque et analogues : les procédés classiques de préparation de ce groupe d'éthers sont encore aujourd'hui fondés sur cette propriété.

» 2. Tous les chimistes ont eu occasion d'observer ces réactions singulières; cependant la théorie en est demeurée obscure jusqu'à présent, aucune expérience précise n'ayant été faite pour en définir les circonstances. Aussi, depuis bien des années, m'étais-je préoccupé de ces questions, tant

dans mes anciennes expériences sur la formation des éthers composés et des corps gras neutres (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLI, p. 432, 308, etc.; 1854) que dans les recherches sur la formation des éthers, que nous avons entreprises avec Péan de Saint-Gilles. Mais la mort de mon regretté collaborateur arrêta le travail sur ce point, après un petit nombre d'essais demeurés inédits. J'y suis revenu en 1866, puis dans ces derniers temps, et je crois avoir trouvé le nœud du problème, lequel se ramène au troisième principe de la Thermochimie, celui du travail maximum.

» Mes expériences sont, les unes d'ordre thermique, les autres d'ordre chimique. Je commence par ces dernières.

» 3. J'ai fait absorber le gaz chlorhydrique par un mélange refroidi d'acide acétique et d'alcool à équivalents égaux, de façon à constituer les trois systèmes suivants :

I. $C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2 + \frac{1}{60}HCl$, soit, pour 106^{gr} de mélange.... $0^{gr},67$ HCl.
II. $C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2 + \frac{1}{8}HCl$ environ, soit, pour 106^{gr} de mélange.... 4,77 HCl.
III. $C^4H^4O^4 + C^4H^6O^2 + \frac{1}{3}HCl$ environ, soit, pour 106^{gr} de mélange.... 11,84.

» Sur un poids déterminé de chaque mélange, placé préalablement dans diverses circonstances, on a dosé l'acide chlorhydrique libre séparément et la somme des deux acidités, d'où résultent les doses éthérifiées. Chaque essai était fait en double. Voici les chiffres obtenus :

CONDITIONS DE L'EXPÉRIENCE.	MÉLANGE RENFERMANT								
	$0^{gr},67$ H Cl.			$4^{gr},77$ H Cl.			$11^{gr},84$ H Cl.		
	PROPORTION ÉTHÉRIFIÉE			PROPORTION ÉTHÉRIFIÉE			PROPORTION ÉTHÉRIFIÉE		
	Totale (1).	Acide acétique (2).	Acide chlorhydriq. (3).	Totale.	Acide acétique	Acide chlorhydriq.	Totale.	Acide acétique	Acide chlorhydriq.
A froid, aussitôt après l'absorption	9,6	9,6	0,0	58,7	58,7	0,0	72,3	72,3	0,0
A froid, après 6 heures	//	//	//	73,6	73,6	0,0	75,8	75,8	0,0
A froid, après 8 jours	68,3	68,3	0,0	73,8	73,8	0,0	76,4	76,4	Traces.
A froid, après un mois	67,5	68,5	0,0	//	//	//	76,4	76,1	1,0
A 100 degrés, après 10 heures (6 heures à froid au préalable).	67,7	67,7	Petite quantité	75,0	68,8	47,0	85,3	62,0	72,0
A 100 degrés, après 50 heures	67,4	66,2	60,0	75,1	66,4	67,0	83,7	56,2	84,5
A 200 degrés, après 12 heures (4).	65,3	63,7	89,0	58,3	47,0	87,0	59,5	42,0	95,0

(1) Estimée comme acide acétique et rapportée à 100 parties (1 équiv.) de l'acide acétique initial.
(2) Rapportée à 100 parties de l'acide acétique initial.
(3) Rapportée à 100 parties de l'acide chlorhydrique initial.
(4) Il y a formation d'éther ordinaire, et, par conséquent, production d'une dose d'eau correspondante, dans tous les essais faits à 200 degrés. En outre, le verre est attaqué sensiblement.

» Les conséquences qui résultent de ce tableau pour l'éthérification, envisagée sous le rapport de sa vitesse, de sa limite et de la répartition relative de l'alcool entre les deux acides, sont nombreuses et intéressantes.

» 4. *Vitesse*. — L'acide auxiliaire détermine une accélération très-grande de l'éthérification, la limite étant atteinte au bout d'un petit nombre d'heures à la température ordinaire, tandis qu'il faudrait des années pour arriver au même résultat sans acide chlorhydrique : cela est conforme aux notions reçues. Cependant nous apprenons de plus que la réaction n'est pas instantanée, malgré l'homogénéité parfaite de système.

» On remarquera que l'accélération est d'autant plus grande qu'il y a plus d'acide chlorhydrique ; ce qui s'explique comme on le verra plus loin, cet acide intervenant, surtout par la formation de certains hydrates définis, et la quantité d'eau soustraite ainsi au jeu des équilibres éthérés étant d'autant plus grande que la proportion de l'hydracide susceptible de se combiner à l'eau est plus considérable.

» 5. *Limite*. — La limite de l'éthérification change avec la proportion chlorhydrique.

» 1° A froid avec une trace d'hydracide, la limite a été trouvée 68,3, c'est-à-dire sensiblement la même qu'avec l'acide acétique seul (66 à 67). Le léger excès observé ici s'explique par un accroissement du rapport entre l'équivalent acide total et l'équivalent alcoolique.

» L'hydracide lui-même ne se combine pas d'une manière sensible avec l'alcool, tant que la dose d'eau mise en liberté par l'éthérification est suffisante pour détruire complétement la tension de l'hydracide anhydre : ce qui arrive avec les mélanges renfermant $0^{gr},67$ et même 4,77 de HCl. Mais avec les mélanges plus riches en hydracides, tels que celui qui en renferme $11^{gr},84$, l'acide chlorhydrique ne trouve plus la dose d'eau nécessaire pour le changer entièrement en hydrate : il subsiste en partie à l'état anhydre et forme dès lors quelque dose d'éther chlorhydrique ; la formation de ce dernier étant d'ailleurs beaucoup plus lente que celle de l'éther acétique, d'après des essais directs.

Quant à la limite de l'éthérification, elle demeure proportionnelle au titre acide, c'est-à-dire la même qu'en présence de $1\frac{1}{3}C^4H^4O^4$ pris isolément (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 286). Voilà ce qui se passe à froid. Mais, à 100 degrés, les hydrates chlorhydriques étant dissociés, l'action se passe un peu différemment.

» 2° A 100 degrés, avec une trace d'acide chlorhydrique, la limite est sensiblement la même qu'à froid, et elle ne change guère avec le temps, bien

que celui-ci détermine la transformation lente d'un peu d'éther acétique en éther chlorhydrique ; la production de ce dernier devient possible, parce que l'hydracide cesse d'être retenu en combinaison par l'eau. L'acide chlorhydrique s'élève-t-il à 4,77, la limite totale ne change encore que faiblement, bien que l'hydracide prenne une part de plus en plus marquée à l'éthérification; il transforme lentement jusqu'à 7 centièmes d'éther acétique en éther chlorhydrique. Quand l'hydracide atteint 11gr,84, la limite totale s'accroît notablement, l'éther chlorhydrique se formant à la fois aux dépens de l'alcool pour une dose de 7 à 9 centièmes, et aux dépens de l'éther acétique pour une dose de 20 centièmes. Dans ces conditions, presque tout l'hydracide, que l'on peut supposer non combiné à l'eau à la fin de l'expérience, se trouve changé en éther chlorhydrique; la limite relative à cet acide paraissant plus avancée que pour les acides organiques.

» 3° A 200 degrés, au contraire, la limite s'abaisse par une anomalie singulière, mais observée sur les trois mélanges. L'écart est faible pour une trace d'hydracide ; il s'élève à 24 centièmes pour le mélange qui en renferme 11gr,84.

» Cette anomalie s'explique par la formation de l'éther ordinaire et d'une dose d'eau corrélative. J'ai constaté expressément cette formation d'éther ordinaire, dans des épreuves faites sur 200 grammes de matière. L'éther ordinaire ainsi formé à 200 degrés introduit un terme de plus dans l'équilibre d'éthérification ; car ce corps est attaqué à ladite température par l'acide chlorhydrique, et peut-être même, comme je l'ai prouvé, à 360 degrés par l'acide acétique. En outre, l'eau formée en même temps que l'éther ordinaire abaisse la limite d'éthérification de l'acide acétique.

» 6. *Influence d'un excès d'eau.* — Voici quelques essais faits en ajoutant de l'eau, de façon à réaliser le mélange $C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 + HO$; ils conduisent aux mêmes conclusions générales. Dans certains de ces essais, j'ai ajouté 1gr,9 HCl, c'est-à-dire $\frac{1}{20}$ d'équivalent : la dose d'acide éthérifié à froid a été trouvée après deux heures 39,8; après six heures, 53; après vingt-quatre heures, 60,6, ce qui était la limite. L'acide chlorhydrique était demeuré complétement libre. Le mélange ayant été porté à 100 degrés pendant deux heures, la limite est restée sensiblement la même.

» J'ai observé à peu près la même limite en opérant sur le mélange suivant :

$$C^4H^6O^2 + C^4H^4O^4 + HO + 2^{gr} \text{ ou } \tfrac{1}{25}\, SO^4H.$$

Après vingt-quatre heures à froid, la dose d'acide éthérifié était 59,6; le mélange porté à 100 degrés pendant deux heures, 60,6. La limite trouvée pour $C^4H^6O^2 + HO + C^4H^4O^4$ pur est 59,4; la présence de l'acide auxiliaire et accélérateur, chlorhydrique ou sulfurique, en très-petite quantité, ne change donc pas la limite, à froid ou à 100 degrés, même en présence de l'eau.

» 7. *Partage.* — Le partage de l'alcool entre les deux acides n'a pas lieu à froid, même au bout d'un mois, tant que la dose d'hydracide est assez faible pour que cet acide puisse former avec l'eau produite dans la réaction un hydrate défini, capable de détruire la tension de l'hydracide. C'est là un fait fondamental, toute l'éthérification se faisant alors aux dépens de l'acide acétique.

» Mais, si la dose de l'hydracide surpasse cette limite (11,84 par exemple), alors on voit se manifester, même à froid, une formation lente d'éther chlorhydrique, formation qui paraît due surtout à une double décomposition entre l'hydracide et l'éther acétique.

» A 100 degrés la même réaction est bien plus manifeste, quoique lente encore, et elle se poursuit jusqu'à l'éthérification de la majeure portion de l'hydracide, tant par union directe avec l'alcool que par substitution dans l'éther acétique. Ces phénomènes ont lieu avec tous les mélanges, quelque faibles que soient les quantités relatives d'hydracide : ce qui s'explique en admettant que la température de 100 degrés dissocie les hydrates chlorhydriques définis qui existent à froid et qui entravaient l'éthérification de cet hydracide aux basses températures.

» *A fortiori*, l'hydracide est-il éthérifié à 200 degrés, sa neutralisation devenant presque totale, et s'opérant à la fois aux dépens de l'alcool, de l'éther ordinaire et de l'éther acétique.

» 8. Dans ce qui précède, j'ai admis le déplacement direct de l'acide acétique par l'acide chlorhydrique dans l'éther acétique à 100 et à 200 degrés. Voici des expériences directes sur ce point.

» L'éther acétique pur [1] a été chargé d'acide chlorhydrique sec, la dissolution en renfermant 15,3 centièmes, ce qui répondait aux rapports équivalents $HCl + 2,30 C^4H^4(C^4H^4O^4)$.

---

[1] Pour être rigoureusement pur, l'éther acétique doit remplir les trois conditions suivantes : 1° être neutre; 2° ne pas devenir acide (absence de l'eau) lorsqu'on en chauffe 15 à 20 grammes à 200 degrés dans un tube scellé, pendant dix heures; 3° ne pas changer le titre de $0^{gr},050$ d'acide acétique pur, chauffé avec le même poids d'éther acétique à 200 degrés (absence de l'alcool).

» A froid, après dix-sept jours, il ne s'était formé que des traces d'éther chlorhydrique; cependant la réaction a lieu au bout d'un temps beaucoup plus long. En effet, au bout de cinq semaines, 12,4 centièmes de l'hydracide sont changés en éther chlorhydrique, et le terme de la réaction n'est pas atteint. A 100 degrés, après douze heures de réaction en tube scellé, 26 centièmes de HCl ont été changés en éther chlorhydrique, avec mise à nu d'une dose équivalente d'acide acétique.

» Au bout de cinquante heures, à 100 degrés, les $\frac{5}{6}$ de HCl étaient changés en éther chlorhydrique.

» A 200 degrés, après douze heures, le titre acide total était demeuré identique; mais 98,8 centièmes de l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire la presque totalité, se trouvaient changés en éther chlorhydrique, conformément à l'équation

$$C^4H^4(C^4H^4O^4) + HCl = C^4H^4(HCl) + C^4H^4O^4.$$

» L'acide chlorhydrique, soit à 100 degrés, soit à 200 degrés, déplace donc complétement ou à peu près l'acide acétique dans l'éther acétique pur, c'est-à-dire dans une condition d'après laquelle l'hydracide ne peut contracter combinaison ni avec l'eau ni avec l'alcool.

» 9. Il en serait autrement si l'eau se trouvait en présence, surtout à froid, comme dans la réaction de deux acides sur l'alcool, condition étudiée précédemment, et dans laquelle l'acide acétique forme un éther et l'acide chlorhydrique un hydrate. Il en est également autrement si l'alcool en excès intervient dans une réaction d'où l'eau est rigoureusement exclue: ce qu'il est facile de réaliser en traitant à froid l'alcool absolu en grand excès par le chlorure acétique. Dans cette condition, il se forme uniquement de l'éther acétique et un chlorhydrate d'alcool; la totalité de l'acide acétique demeurant éthérifié par l'alcool et l'acide chlorhydrique ne formant pas la plus légère trace d'éther chlorhydrique (du moins au bout de quelques heures). C'est ce que j'ai constaté par des dosages rigoureux.

» Telles sont les réactions véritables qui interviennent dans l'éthérification provoquée par l'auxiliaire d'un hydracide. Il s'agit maintenant de mesurer les travaux moléculaires accomplis dans ces réactions et d'en déduire l'explication des phénomènes. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action du système nerveux sur les glandes sudoripares.* Note de M. A. VULPIAN.

« Les recherches déjà anciennes de Dupuy, d'Alfort, répétées plus tard et complétées en un certain sens par M. Cl. Bernard, constituaient, jusque dans ces dernières années, à peu près la seule base expérimentale de nos connaissances relatives à l'action du système nerveux sur les glandes sudoripares. Dupuy avait vu qu'après l'ablation des ganglions gutturaux (ganglions cervicaux supérieurs) du grand sympathique, faite sur le cheval, la peau de la tête se couvre de sueur. M. Cl. Bernard montra qu'il en est de même lorsque, au lieu d'enlever ces ganglions, on se borne à couper transversalement les cordons cervicaux sympathiques : si l'on a sectionné l'un de ces cordons, la sueur se montre sur la peau de la tête et de la partie supérieure du cou, du côté correspondant. Il a vu, en outre, que la sueur cesse de se produire pendant tout le temps que l'on électrise le segment supérieur du cordon cervical ainsi coupé. On avait assez généralement attribué ces résultats aux variations produites dans la quantité de sang en circulation dans les réseaux capillaires de ces régions, soit par l'ablation des ganglions cervicaux supérieurs, soit par la section ou l'électrisation du cordon cervical sympathique. Dans le cas d'ablation des ganglions susdits ou de section du cordon cervical, il y a afflux plus considérable de sang dans les réseaux capillaires, et l'on supposait qu'il devait en résulter une augmentation de la sécrétion sudorale. Dans le cas d'électrisation du sympathique cervical, le resserrement des petits vaisseaux munis d'une tunique contractile détermine une anémie capillaire très-prononcée ; cette modification de l'état de la circulation capillaire semblait donner une explication suffisante de l'affaiblissement ou de l'arrêt du travail sécrétoire des glandes sudoripares. Je me hâte d'ajouter que tous les physiologistes n'acceptaient pas ces interprétations : plusieurs d'entre eux ont admis que la paralysie et l'excitation du grand sympathique influencent directement le fonctionnement de ces glandes.

» L'étude que j'ai faite, il y a trois ans, de l'action du jaborandi et de l'atropine sur la sécrétion salivaire et sur la sécrétion sudorale m'a conduit à admettre que les glandes sudoripares sont soumises, comme les glandes salivaires, à deux influences nerveuses antagonistes, une influence excito-sécrétoire et une influence modératrice, et à attribuer chacune de ces deux sortes d'influences à des fibres nerveuses différentes. Je supposai, par ana-

logie avec ce qui a lieu pour les glandes sudoripares, que les éléments excito-sécréteurs sont contenus dans les nerfs provenant directement de la moelle épinière, tandis que les éléments modérateurs proviendraient des nerfs sympathiques. (*Dictionnaire encycl. des Sciences médicales*, art. *Physiologie de la moelle épinière.*)

» De nouveaux faits expérimentaux ont été découverts il y a deux ans et sont venus jeter un nouveau jour sur les relations physiologiques entre les glandes sudoripares et le système nerveux.

» MM. Kendall et Luchsinger ont trouvé que l'excitation électrique du segment inférieur du nerf sciatique coupé provoque une abondante sécrétion sudorale au niveau des pulpes digitales du membre postérieur correspondant. C'est sur le chat surtout que cette expérience donne les résultats les plus nets. Elle a été répétée depuis lors par divers physiologistes, par M. Ostrumoff, M. Nawrocki; ils ont confirmé ce qu'avaient dit MM. Kendall et Luchsinger. J'ai répété aussi cette expérience dans mon laboratoire, dans mes cours publics, et elle donne bien les résultats indiqués par ces auteurs. Lorsqu'elle est pratiquée sur de jeunes chats, comme l'a conseillé M. Luchsinger, elle montre, d'une façon saisissante, l'influence du système nerveux sur les glandes sudoripares. Des effets semblables peuvent être obtenus pour les membres antérieurs, lorsqu'on faradise le bout périphérique du nerf cubital et surtout du nerf médian (Nawrocki).

» Les nerfs sciatiques, pour les membres postérieurs, les nerfs médians et les nerfs cubitaux pour les membres antérieurs, contiennent donc des fibres qui exercent sur les glandes sudoripares une influence excito-sécrétoire et qui agissent, par conséquent, sur ces glandes, comme les fibres de la corde du tympan sur les glandes salivaires sous-maxillaires.

» Lorsque l'un des nerfs sciatiques est coupé sur un chat, M. Luchsinger a vu les excitations générales de l'animal, l'injection d'eau à la température de 45 degrés dans une veine jugulaire, le séjour dans une boîte chauffée, l'asphyxie, provoquer l'apparition de gouttelettes de sueur sur les pulpes digitales de tous les membres, excepté sur celles du membre dont le nerf est sectionné. Il en est de même sous l'influence de la faradisation du bout supérieur du nerf sciatique coupé.

» D'où viennent les fibres nerveuses excito-sudorales? Pour ne parler ici que de celles qui sont contenues dans le nerf sciatique, elle seraient conduites à ce nerf par des filets du grand sympathique abdominal, et elles naîtraient des quatre premiers nerfs lombaires et des deux ou trois derniers nerfs dorsaux (Luchsinger). La section d'un des cordons abdominaux sym-

pathique et l'électrisation du bout inférieur de cordon devraient donc, s'il en était ainsi, déterminer les mêmes effets que la section du nerf sciatique du même côté et l'électrisation du segment inférieur de ce nerf.

» C'est cette question qui a été l'objet de mes propres recherches. Les résultats observés lorsqu'on coupe le cordon cervical du sympathique chez les chevaux (sueur abondante sur la moitié correspondante de la tête) et lorsqu'on faradise le bout céphalique du cordon (arrêt de la production de sueur) étaient tellement en opposition avec ceux que devrait produire soit la section, soit la faradisation du cordon abdominal sympathique, si la manière de voir de M. Luchsinger, adoptée d'ailleurs par M. Narvrocki, était fondée, qu'il était nécessaire de procéder à une vérification directe.

» Sur des chats curarisés et soumis à la respiration artificielle, j'ai sectionné le cordon abdominal sympathique du côté gauche, au niveau de la quatrième vertèbre lombaire. Sous l'influence de cette section, après une période d'anémie qui ne dure que quelques secondes, il se produit une congestion très-manifeste des pulpes digitales du membre postérieur correspondant : ces parties restent d'ailleurs sèches. On laisse écouler quelques minutes pour s'assurer qu'aucune sécrétion sudorale reconnaissable par la vue ou par le toucher ne se manifeste ; puis on faradise le segment périphérique ou lombo-pelvien du cordon abdominal sympathique. On voit presque aussitôt les pulpes digitales pâlir très-notablement : cette anémie par resserrement des vaisseaux atteint son maximum en vingt à trente secondes. Il n'y a d'ordinaire, en même temps, aucune production de sueur sur ces parties. Je dois dire cependant que le résultat, sous ce dernier rapport, n'a pas toujours été négatif. Lorsque j'ai fait usage d'un courant induit, saccadé, très-énergique, j'ai vu de fines gouttelettes de sueur apparaître sur les pulpes digitales du pied postérieur gauche. Mais il a suffi alors, en répétant l'expérience, de diminuer l'intensité du courant pour ne plus observer que des phénomènes plus ou moins prononcés de resserrement vasculaire, sans production de sueur. Il semble donc que les courants dérivés jouent un rôle dans les cas où une certaine quantité de sueur se montre sous l'influence d'une faradisation énergique du bout périphérique du cordon abdominal. Il est d'ailleurs possible qu'il y ait quelques fibres excito-sudorales dans ce cordon.

» Sur le même animal (jeune chat), si l'on sectionnait le nerf sciatique du même côté, après avoir fait ces premières expériences, la congestion des pulpes digitales augmentait encore. Venait-on alors à faradiser le segment périphérique de ce nerf avec le même courant faible qui n'avait

produit aucun effet sudoral, lorsqu'il servait à exciter le segment pelvien du cordon abdominal sympathique, on voyait sourdre presque aussitôt, après quatre ou cinq secondes, de fines gouttelettes de sueur de tous les points des pulpes digitales et, en moins de vingt à trente secondes, la surface de ces pulpes était couverte d'une couche de sueur.

» Il est donc permis de conclure que les fibres excito-sudorales contenues dans le nerf sciatique ne proviennent pas toutes de la moelle épinière par l'intermédiaire du grand sympathique abdominal.

» Peut-on aller plus loin et se demander si même le cordon abdominal du grand sympathique ne contiendrait pas des fibres modératrices de la sécrétion sudorale? Ce cordon pourrait être alors rapproché complétement, sous ce rapport, du cordon cervical sympathique.

» Les résultats de la section du cordon abdominal sympathique, il faut bien le reconnaître, ne sont pas les mêmes que ceux de la section du cordon cervical. La section de la chaîne sympathique abdominale n'a, en effet jamais été suivie, dans mes expériences, d'une production abondante de sueur sur les orteils du membre postérieur correspondant. Mais on peut ne point être arrêté par cette différence, car on peut l'expliquer en supposant que la puissance des fibres excito-sécrétoires contenues dans le nerf sciatique l'emporte sur celle des fibres modératrices faisant partie du cordon abdominal sympathique. Je tiens cette explication pour très-vraisemblable et, en m'appuyant sur certaines données expérimentales, je suis disposé à admettre l'existence de fibres modératrices de la sueur dans cette chaîne nerveuse. J'ai vu de la façon la plus nette, après la section du grand sympathique abdominal sur un chat éthérisé, que les pulpes digitales du pied postérieur correspondant ont été plus moites pendant quelques heures après le réveil de l'animal que celles du pied du côté opposé. Sur un autre chat très-jeune, curarisé et soumis à la respiration artificielle, sur lequel on avait coupé le cordon sympathique abdominal du côté gauche et le nerf sciatique du même côté, on a examiné d'abord la rapidité et l'abondance de la sudation produite sur les pulpes digitales du membre postérieur gauche par la faradisation du segment périphérique du nerf sciatique : puis, après avoir bien essuyé ces parties, et après avoir attendu quelques minutes, on a faradisé simultanément ce segment et le bout pelvien du cordon abdominal sympathique. Il s'est encore produit de la sueur sur les pulpes digitales du pied correspondant, mais assurément avec moins de rapidité et d'abondance que lorsque le sciatique était seul faradisé.

» L'expérience a été faite aussi dans d'autres conditions. M. Luchsinger

a constaté que l'injection sous-cutanée de 1 centigramme de chlorhydrate de pilocarpine, faite sur un chat, détermine, au bout de trois minutes, une abondante sécrétion de sueur sur les pulpes digitales : il a constaté que l'effet s'arrête si l'on injecte 3 milligrammes de sulfate d'atropine sous la peau, quelques instants après le début de l'action sudorale de la pilocarpine, ou qu'il ne se produit pas si l'injection d'atropine a été faite préalablement. Rien de plus net que ces résultats, déjà obtenus chez l'homme, avant d'être observés sur le chat. Or, après avoir répété ces expériences sur des chats intacts, j'ai coupé le cordon abdominal sympathique gauche sur un chat dans la veine jugulaire duquel on avait injecté, plusieurs minutes auparavant, quelques centimètres cubes d'une assez forte infusion de feuilles de jaborandi. Une différence, qui n'a paru douteuse à aucun des assistants, s'est montrée entre l'état des pulpes digitales du côté gauche et l'état de celles du côté droit. La sueur est devenue plus abondante sur les pulpes digitales du côté gauche que sur celles du côté droit. Après avoir essuyé avec soin les pieds de l'animal, la sueur s'est reproduite plus rapidement du côté de la section que de l'autre côté. Au bout d'une vingtaine de minutes, pendant lesquelles on n'avait pas observé l'animal, on le trouve mourant : les pulpes digitales du membre postérieur gauche sont couvertes d'une couche de sueur, tandis que les pulpes digitales de tous les autres membres sont à peine moites. Chez un autre chat, sur lequel on avait sectionné deux jours auparavant le cordon abdominal sympathique du côté gauche, l'injection sous-cutanée de $0^{gr},005$ de chlorhydrate de pilocarpine n'a provoqué qu'une faible sudation pendant laquelle les pulpes digitales du membre postérieur gauche étaient plus humides que celles du membre postérieur droit.

» J'ai fait d'autres expériences concernant l'action du système nerveux sur la production de la sueur. J'ai voulu vérifier les données que M. Luchsinger et M. Nawrocki ont cherché à établir relativement aux centres nerveux sudoraux. Je ne parle point ici de ces expériences, qui me semblent donner raison à l'un et à l'autre de ces auteurs : elles tendent à montrer qu'il y a, comme je le disais dans l'article *Physiologie de la moelle épinière*, auquel j'ai fait allusion déjà, des centres médullaires présidant aux actions sudorales localisées et un centre bulbaire pour les actions sudorales d'ensemble, pour celles, par exemple, qui se produisent dans les phénomènes de régulation thermique, dans les cas de sueurs morbides généralisées, dans les diaphorèses thérapeutiques, etc.

» Les expériences sur lesquelles j'ai insisté dans cette Note prouvent donc,

je le répète, que toutes les fibres excito-sudorales contenues dans les nerfs sciatiques ne viennent pas de la moelle épinière par l'intermédiaire des cordons sympathiques abdominaux, et elles autorisent à présumer qu'un grand nombre de ces fibres, après avoir pris origine dans la moelle épinière, sont conduites aux nerfs sciatiques par les racines de ces nerfs.

» D'autre part, ces expériences tendent à établir qu'il y a, dans les cordons abdominaux du grand sympathique, des fibres modératrices agissant, dans une certaine mesure, comme des sortes de freins, sur le fonctionnement des glandes sudoripares.

» Les glandes sudoripares seraient donc soumises, comme les glandes salivaires, à deux influences antagonistes, effets l'une et l'autre de l'activité tonique de certains points des centres nerveux, et s'exerçant par des fibres nerveuses différentes : les unes, qui conduisent l'influence excitatrice, proviendraient presque toutes directement des centres bulbo-médullaires ; les autres, qui conduisent l'influence modératrice, émaneraient aussi de ces centres, mais indirectement, par l'intermédiaire du grand sympathique. »

« M. Th. du Moncel communique à l'Académie, avec une copie du Mémoire qu'il a lu à la Société royale de Londres, une Lettre de M. le professeur Hughes, dans laquelle il annonce que son système de transmetteur téléphonique, avec l'introduction dans le circuit d'une bobine d'induction de 6 centimètres seulement de longueur, permet de faire parler un téléphone Bell, assez haut pour être entendu de tous les points d'une vaste salle, et d'une manière plus intelligible et plus forte que sur le phonographe. Il faut, par exemple, adapter au téléphone un cornet acoustique, comme on le fait pour ce dernier instrument. Un seul élément de pile à bichromate de potasse suffit pour cela.

» En ce moment le Dr Richardson s'occupe d'appliquer ce système au stéthoscope, pour l'auscultation des poumons et des battements du cœur, qui devient, paraît-il, beaucoup plus facile :

« Comme appareil thermoscopique, il est, dit M. Hughes, d'une sensibilité extrême. Si l'on en approche la main, la chaleur qu'elle émet est suffisante pour annuler le courant de trois éléments Daniell ; les effets résultant de l'intervention du soleil et de l'ombre sur cet appareil se traduisent par des variations considérables dans les déviations d'un galvanomètre introduit dans le circuit. Il est même impossible de le maintenir en repos, tant il est sensible aux moindres variations de température. Pour cette application l'appareil doit être disposé d'une tout autre manière que quand il doit agir comme *microphone*. »

» M. Hughes ajoute qu'avec la pile seule on peut faire fonctionner le microphone sur un circuit de 10 000 ohms de résistance, mais qu'avec la bobine d'induction on peut correspondre à toute distance. Il paraît que le Post Office de Londres fait en ce moment des expériences pour l'appliquer dans son service.

» Suivant M. Hughes, toutes les lettres de l'alphabet sont reproduites avec une égale facilité : il n'y a que la lettre S, quand elle termine un mot, qui ne se rend pas bien, mais on la devine toujours. »

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'application du téléphone à bord du croiseur* le Desaix. Note de M. **Trève.**

« Dans une de ses dernières sorties, le *Desaix* avait à la remorque un vieux navire, l'*Argonaute*, servant, dans l'escadre d'évolution, au tir des torpilles d'exercice.

» Un fil conducteur fut enroulé autour de l'un des câbles remorques; l'un des bouts du fil était à bord du *Desaix*, l'autre à bord de l'*Argonaute*. Le circuit était fermé par la mer au moyen des doublages en cuivre des deux navires. Un téléphone fut interposé de part et d'autre dans ce circuit, et les communications furent aussitôt établies entre les deux navires.

» Pendant tout le temps de notre navigation, nous pûmes causer de navire à navire aussi facilement que si nous nous fussions trouvés dans le même cabinet. Nous croyons même avoir remarqué que le retour par la mer donnait plus de netteté au son.

» Depuis, un des officiers du *Desaix*, M. le lieutenant de vaisseau Des Portes, a eu la très-heureuse pensée d'appliquer le merveilleux instrument à la manœuvre des scaphandres. On a remplacé une glace du casque par une plaque en cuivre dans laquelle est enchâssé le téléphone; ce qui fait que le scaphandrier n'a qu'un léger mouvement de tête à faire, soit pour recevoir des communications de l'extérieur, soit pour en adresser. On comprend tout l'avantage d'un pareil dispositif.

» Nous avons à visiter nos carènes; les scaphandriers descendent et peuvent nous rendre compte de tout ce qu'ils voient ou font, *sans qu'il soit besoin de les ramener hors de l'eau*, comme cela s'est fait jusqu'à ce jour.

» Grâce au téléphone, un homme parcourant les profondeurs des mers peut rester constamment en communication parlée avec son semblable resté à la surface. »

CHIMIE. — *Sur les alliages de gallium et d'aluminium.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« J'ai préparé dernièrement des alliages de gallium avec plusieurs métaux; j'aurai l'honneur de les présenter à l'Académie dès que leur étude sera suffisamment avancée. Aujourd'hui, je parlerai seulement des alliages de gallium et d'aluminium, sur lesquels mon attention s'est d'abord portée.

» Lorsque la proportion d'aluminium doit être considérable, on chauffe les deux métaux à des températures qui peuvent aller jusqu'au rouge sombre. Les alliages ainsi obtenus restent brillants et n'attirent pas sensiblement l'oxygène de l'air pendant leur préparation; après le refroidissement, ils sont solides, mais cassants et peu consistants, lors même que l'abondance de l'aluminium a élevé le point de fusion jusque vers le rouge naissant; ils décomposent l'eau froide et mieux l'eau à 40 degrés, avec élévation de température, dégagement d'hydrogène et formation d'une poudre brun chocolat se résolvant ultérieurement en flocons blancs d'alumine; la presque totalité du gallium est mise en liberté sous la forme de globules paraissant être complétement exempts d'aluminium. Ces alliages décomposent le plus souvent l'eau à la façon d'un amalgame moyennement chargé de sodium, mais, pour certaines préparations, la vivacité de l'attaque est presque comparable à celle du sodium lui-même.

» Le dégagement d'hydrogène provoqué par un alliage solide *lent* est considérablement augmenté par le contact d'un globule de gallium liquide. Il naît évidemment un couple électrique dont l'aluminium est le métal oxydable.

» Le gallium surfondu dissout l'aluminium, même au-dessous de 15 degrés C., en formant des alliages liquides ou pâteux très-brillants, peu oxydables à l'air et jouissant au plus haut degré de la propriété de décomposer l'eau.

» La vive décomposition de l'eau produite par l'alliage liquide fait à froid paraît avoir besoin d'être amorcée : il faut sans doute qu'un premier petit couple électrique s'établisse. Ordinairement cette condition est

spontanément réalisée : il m'est cependant arrivé de jeter un globule d'alliage dans l'eau sans aucun effet : un second globule, *prélevé sur la même masse*, était au contraire immédiatement attaqué, et, dès qu'il venait à toucher le premier, celui-ci était aussitôt rendu actif.

» L'alliage liquide préparé à froid donne au contact d'une trace de gallium solide des cristaux qui ont toute l'apparence du gallium et ne décomposent pas sensiblement l'eau. L'alliage restant après le départ des cristaux semble avoir perdu une partie de son action sur l'eau. Si l'on refond le tout à la chaleur de la main, on retrouve l'alliage très-actif.

» Toutes ces propriétés rappellent ce qui a été trouvé par plusieurs savants sur les alliages :

» 1° Les amalgames d'aluminium, de fer, de nickel, de cobalt, les alliages de platine et de plomb si bien étudiés par M. Cailletet, par M. Damour et par MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray;

» 2° Les travaux de Physique entrepris par M. Jules Regnauld, qui démontre que les amalgames de zinc et de cadmium possèdent dans la pile des forces électromotrices dépendant de la quantité de la chaleur absorbée ou dégagée pendant l'amalgamation des métaux. Sous ce rapport donc le gallium possède des propriétés communes avec le mercure et le plomb. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Théorèmes sur les accélérations simultanées des points d'un solide en mouvement.* Mémoire de M. Gruey. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Puiseux, Resal.)

« 1° *Le solide a un point fixe* O. — Appelons J l'accélération d'un point indéterminé du solide, J_m celle du point m; ω, ω' les droites représentant en grandeur et direction l'axe instantané de rotation et sa dérivée géométrique, relative au temps, nommée *accélération angulaire* par M. Resal; ε l'angle de ces deux droites. Disons les J d'une figure *au lieu de* les J des points de cette figure. Écartant les cas particuliers, bornons-nous au cas général où ω, ω', $\sin\varepsilon$ sont différents de zéro.

» C'est la forme homogène et linéaire, par rapport aux coordonnées de m, des projections de J_m sur trois axes issus de O, qui donne lieu aux théorèmes suivants, qui ont ainsi, en dehors de la théorie des accélérations, une généralité et un intérêt purement géométriques.

» 1. Si Oa, Ob, Oc, ... représentent en grandeur et direction les côtés successifs d'une ligne brisée allant de O en m, J_m est la résultante de J_a, J_b, J_c, ...

» 2. Si les points m considérés forment une ligne ou surface L ou S de degré quelconque, les extrémités des J_m forment une ligne ou surface de même degré que nous désignerons par L′ ou S′. Ainsi à la droite D et au plan P répondent D′ et P′.

» 3. Les J d'une droite Om, issue de O, sont parallèles et dans un même plan, celui de Om et Om', que nous nommons *plan d'accélération* de Om.

» 4. Le lieu des points de J constant, et égal à J_e en valeur absolue, est un ellipsoïde E, de centre O, dont les axes conservent leurs directions et leurs rapports lorsque J_e varie.

» 5. Soit P_1 un plan quelconque ne passant pas par O, ε son contact avec E; $O\varepsilon$ est le diamètre de E conjugué de P_1 et J_ε le minimum des J de P_1. Les courbes d'égal J de P_1 sont des ellipses homothétiques e, ayant ε pour centre commun.

» Tous les J de P_1 estimés suivant la direction de J_ε sont égaux à J_ε.

» 6. Les J_m de e, transportés en ε, de telle sorte que m tombe en ε, y forment un cône de révolution Q, dont J_ε est l'axe en grandeur et direction. Si m décrit e, les secteurs elliptiques et circulaires décrits simultanément par le rayon vecteur ε_m de e et le rayon correspondant R de la base de Q sont dans le rapport constant $\frac{ab}{R^2}$, où a, b désignent les axes de e et $R^2 = J_e^2 - J_\iota^2$.

» 7. Les J d'un plan P, passant par O, sont perpendiculaires aux J de son diamètre conjugué ou parallèles au plan Δ mené par O perpendiculairement aux J de ce diamètre.

» Nommons Δ plan directeur de P, et soit δ l'intersection de Δ et P.

» 8. Les J de trois diamètres conjugués de E sont rectangulaires.

» 9. Les Δ de trois plans diamétraux conjugués de E sont rectangulaires.

» 10. Lorsque Om, tournant autour de O, décrit P, le plan d'accélération de Om enveloppe un cône du second degré C tangent aux plans P, P′, Δ, que nous nommons *cône directeur de* P.

» 11. Les J d'une droite D de P sont les segments de génératrices, compris entre P et P′, d'un paraboloïde hyperbolique H, tangent au cône C suivant une courbe plane.

» 12. Les seules lignes tracées sur P dont les J forment une surface développable sont les droites issues de O ou parallèles à δ, pour lesquelles H se réduit à un plan.

» 13. Il passe par O trois droites φ_1, φ_2, φ_3 et trois plans Φ_1, Φ_2, Φ_3 contenant leurs propres J et répondant aux racines k_1, k_2, k_3 d'une même équation du troisième degré.

» Deux de ces plans et de ces droites peuvent devenir imaginaires conjuguées, avec deux des racines k.

» 14. Les racines k étant réelles, les plans Φ sont les faces du trièdre $O(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$ et, si $O(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$ est le trièdre supplémentaire, les projections de ω sur les trois groupes de trois plans; $\alpha_2 O \alpha_3$, $\varphi_2 O \alpha_3$, $\varphi_3 O \alpha_2$; $\alpha_2 O \alpha_1$, $\varphi_2 O \alpha_1$, $\varphi_1 O \alpha_2$, et $\alpha_1 O \alpha_2$, $\varphi_1 O \alpha_2$, $\varphi_2 O \alpha_1$ sont respectivement égales à $-k_1^2$, $-k_2^2$, $-k_3^2$.

» 15. Les droites φ entre elles et les plans Φ entre eux ne sont ni rectangulaires ni diamétralement conjugués.

» 16. Les trois plans Φ sont tangents au cône directeur C de tout plan P passant par O.

» 17. Les plans Φ sont perpendiculaires aux J de leurs diamètres conjugués; ou bien, il y a trois directions $O\mu$ telles, que J_μ est normale à l'ellipsoïde E passant par μ.

» 18. Soit F un plan parallèle à Φ_1 et coupant $O\varphi_1$ au point q. Par un point quelconque m de F, menons ab, cd parallèles respectivement à φ_2, φ_3. Prenons sur φ_1, de q vers O, $qI_2 = \frac{J_q}{k_2}$, $qI_3 = \frac{J_q}{k_3}$.

» 1° Le plan F' est parallèle à F; 2° les J de ab sont dans un seul et même plan que nous nommons *plan d'accélération de ab*; il en est de même pour cd; 3° les plans d'accélération de ab ou cd passent constamment par les droites fixes, I_3S_3 parallèle à φ_2 ou I_2S_2 parallèle à φ_3, lorsque ab ou cd, restant parallèle à elle-même, décrit F; 4° tous les J de ab ou cd concourent en un point i_2 ou i_3 de I_2S_2 ou I_3S_3 qui décrit cette ligne lorsque ab ou cd décrit F.

» 19. Le lieu des points dont les J ont même moment par rapport à une droite d issue de O, étant nommé lieu des points d'égal moment, on a les propositions suivantes :

» 20. Le lieu des points d'égal moment l, par rapport à d, est un hyperboloïde à une ou deux nappes, suivant le signe de l; de centre O; se réduisant, pour $l = 0$, à son cône asymptote. Ce cône asymptote, indépendant de l, a pour génératrices les quatre droites d, φ_1, φ_2, φ_3 et pour plan tangent le plan d'accélération de d.

» 21. Σ, $\Sigma_1, \ldots, \Sigma_{n-1}$ étant les cônes de moment nul par rapport aux droites $d, d_1, \ldots, d_{n-1}$, tout autre cône Σ_n, de moment nul par rapport à d_n, passe par les $(n+4)$ droites suivantes: 1° $d_n, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$; 2° les n droites

autres que $d, d_1, \ldots, d_{n-1}$, suivant lesquelles $\Sigma, \Sigma_1, \ldots, \Sigma_{n-1}$ sont coupés respectivement par les plans que détermine d_n respectivement avec $d, d_1 \ldots, d_{n-1}$. De plus Σ_n est tangent au plan d'accélération de d_n.

» 22. Le lieu des points où J_m est normal à la vitesse de m est le cône de moment nul par rapport à ω; ce cône est le lieu des intersections de deux plans rectangulaires menés par ω et ω'.

» 23. Les directions des J de Σ, transportées en O, y forment un autre cône Σ', aussi du second degré, ayant avec Σ les quatre génératrices communes $d, \varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$.

» 24. Soit μ_0 un point quelconque et μ un point tel que J_μ passe par μ_0. Le lieu des points μ est à l'intersection du cône Σ obtenu lorsque $O\mu_0$ est la droite d et de Σ' transporté de la quantité $O\mu_0$.

» 2° *Le solide a un mouvement quelconque.* — 25. Il existe un point O_1 du corps dont l'accélération est nulle et autour duquel les accélérations sont distribuées suivant les mêmes lois que si O_1 était fixe (RESAL, *Traité de Cinématique*).

» 26. Décomposons le mouvement du corps en une translation définie par le mouvement d'un point quelconque O et une rotation relative autour de O.

» Soient Oa la droite dont les j dans la rotation relative sont parallèles à J_0 et Oa' le lieu des extrémités de ces j. Par l'extrémité de J_0 menons une parallèle à Oa': elle coupe Oa au point O_1. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes qui, dans les phénomènes magnétiques de la Terre, dépendent de la vitesse de rotation du Soleil.* Note de M. QUET.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Chaque composante des forces, dont j'ai donné le calcul dans mon Mémoire du 16 mars dernier, peut se mettre sous cette forme

$$F = \varphi + \Phi,$$

en posant

$$\varphi = D \cos \nu_1 \cos 2\pi \left(\frac{t'}{\theta} - \lambda\right),$$
$$\Phi = L \sin \nu_1.$$

» ν_1 est l'angle que l'axe électrodynamique du Soleil fait avec l'axe de rotation ; D et λ ne dépendent ni de ν_1 ni du temps t'; θ est la durée pério-

dique de la force φ; L est indépendant de ν_1, mais il est fonction du temps.

» Lorsque $\nu_1 = 0$, la force F se réduit à la force φ, qui prend alors la valeur

$$f = D \cos 2\pi \left(\frac{t'}{\theta} - \lambda\right).$$

Si ν_1 est quelconque, on a

$$\varphi = f \cos \nu_1.$$

» Il suit de là qu'en général on peut diviser les composantes en deux groupes : celui des forces φ, qui ne s'évanouissent pas lorsque l'axe électrodynamique du Soleil coïncide avec l'axe de rotation, et celui des forces Φ, qui ne subsistent que lorsque les deux axes s'écartent l'un de l'autre. Les forces du premier groupe se déduisent immédiatement de celles qui subsistent lorsque $\nu_1 = 0$, en multipliant ces dernières par le facteur commun $\cos \nu_1$.

» Supposons que ν_1, étant quelconque, reste constant ; il résulte de ce que nous venons de dire que, par le groupe des forces φ, on aura les mêmes périodes que dans le cas particulier de la coïncidence des axes et, par suite, les mêmes phénomènes magnétiques, à l'intensité près ; ces phénomènes ont été étudiés dans le Mémoire du 16 mars et je n'y reviendrai pas.

» L'écart des deux axes du Soleil fait naître le deuxième groupe de forces, ou celui des forces Φ, qui introduit de nouvelles périodes.

» Supposons que l'axe électrodynamique n'ait pas de mouvement propre et qu'il participe seulement à la rotation du Soleil ; alors on a

$$\Phi = \varphi' + \varphi'',$$

en posant

$$\varphi' = D' \sin \nu_1 \cos 2\pi \left(\frac{\theta + \tau}{\theta\tau} t' - d'\right),$$

$$\varphi'' = D'' \sin \nu_1 \cos 2\pi \left(\frac{\theta - \tau}{\theta\tau} t' - d''\right).$$

τ est la durée de la rotation du Soleil, et D', D'', d', d'' sont des constantes.

» Pour former les nouvelles périodes, il faut, d'après la règle indiquée par ces formules, combiner la durée de la rotation du Soleil successivement avec chaque période du premier groupe de forces, ou des forces φ.

» Si l'on considère en particulier les forces de ce groupe qui sont constantes, la quantité $\frac{1}{\theta}$ est nulle, et les forces φ', φ'', Φ ont pour période la durée même de la rotation du Soleil.

» Si l'on prend $\theta = T$, T étant la durée de l'année, on obtient des périodes qui diffèrent peu de la précédente; il en est de même lorsqu'on prend $\theta = \frac{1}{2}T$.

» En résumé, le Soleil, par ses modes d'action sur la Terre, peut produire divers phénomènes magnétiques dont les uns sont les mêmes, à l'intensité près, que s'il y avait coïncidence des deux axes, et dont les autres sont caractérisés par une période égale à la durée de la rotation de l'astre, par des périodes voisines de cette durée, et par d'autres périodes qui en dépendent. »

NAVIGATION. — *Sur la théorie complète de la stabilité de l'équilibre des corps flottants.* Mémoire de M. É. **Guyou**, présenté par M. Yvon Villarceau. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée, à laquelle M. Resal est prié de s'adjoindre.)

« La théorie de l'équilibre des corps flottants, entreprise d'abord au siècle dernier par Bouguer et Euler, fut considérée comme entièrement traitée lorsque Charles Dupin publia son Mémoire (janvier 1814). Ce géomètre avait étendu à toutes les directions de l'espace les lois que ses illustres prédécesseurs avaient fait connaître pour le cas de la rotation des flotteurs autour d'axes perpendiculaires à un plan fixe qu'ils prenaient pour plan de leurs figures.

» Les considérations de Géométrie pure, développées par Charles Dupin, lui avaient permis de généraliser, sans la compliquer, la théorie esquissée par Bouguer et Euler. Il fit voir qu'un flotteur ne pouvait être en équilibre que lorsque l'une des normales menées du centre de gravité à la surface des centres de carène était verticale; puis, faisant remarquer que ces normales étaient de trois espèces, c'est-à-dire minima, maxima et mixtes, par rapport aux lignes joignant le même point aux centres de carène voisins, il conclut de considérations purement statiques que les flotteurs ne peuvent être en équilibre *stable* que dans les positions correspondant aux normales *minima*.

» On dit qu'un flotteur est en équilibre *stable* dans une position donnée lorsque, placé dans une position différente, mais suffisamment voisine, et animé d'une vitesse finie, mais suffisamment faible, ce flotteur, après avoir

oscillé pendant un certain intervalle, revient à sa position première : dans ces positions, un ébranlement suffisamment faible, imprimé au liquide qui l'entoure, produit des effets analogues.

» La théorie de la stabilité de l'équilibre est donc une question de Dynamique, qui ne pouvait être résolue au moyen des méthodes adoptées par Euler, Bouguer et Dupin.

» En 1835, Duhamel, dans un Mémoire qui est resté célèbre, fit voir que les démonstrations de Bouguer prouvaient aussi bien l'instabilité que la stabilité, et leur substitua une démonstration nouvelle qui a été critiquée à son tour.

» L'Académie des Sciences proposa, en 1864, la théorie complète de la stabilité de l'équilibre des corps flottants, pour le grand prix des Sciences mathématiques. Le problème ne fut résolu dans aucun des Mémoires présentés à cette occasion.

» Je me suis proposé, dans ce travail, d'exposer la solution complète de cet intéressant problème. Je l'ai divisé en trois parties :

» La première a pour objet la description d'une surface nouvelle dans les flotteurs, que j'ai appelée *surface* S; cette surface est le lieu géométrique des pieds des perpendiculaires abaissées du centre de gravité du flotteur sur les plans tangents à la surface des centres de carène.

» La deuxième partie traite la question, proprement dite, de la stabilité de l'équilibre. La solution est basée sur une application aux fluides incompressibles du principe des forces vives : j'ai reporté dans une Note, à la fin du Mémoire, la démonstration analytique du théorème dont je parle.

» Les principes de Géométrie exposés dans la première partie m'ont permis de présenter sous une forme élémentaire les conclusions de cette théorie.

» La troisième a pour objet la mesure finie de la stabilité dynamique de l'équilibre des vaisseaux.

» La stabilité dynamique d'un flotteur aux différents angles est le travail ou la force vive minimum à donner au flotteur en équilibre pour qu'il puisse atteindre dans ses oscillations une inclinaison donnée. Cette quantité se mesurait autrefois par les intégrations graphiques successives du diagramme de la stabilité; bien que l'on ait été guidé, dans le choix de cette mesure, par des considérations de Statique inapplicables, quand il s'agit de forces vives, il résulte de la théorie que ce choix était juste ; mais, au lieu de chercher cette importante donnée par une série d'intégrations graphi-

ques qui compliquaient encore le travail déjà si compliqué de la détermination des éléments de la stabilité des vaisseaux, on verra qu'il suffit de tracer un seul arc de cercle pour obtenir immédiatement sur la figure les valeurs des intégrales à tous les angles d'inclinaison. Cette simplification résulte d'une propriété nouvelle de la courbe des centres de carène.

» Les conclusions du Mémoire, en ce qui concerne la détermination des positions d'équilibre stable d'un flotteur donné, sont identiques à celles de Charles Dupin ; mais ces conclusions me semblent établies avec la rigueur que comportent les théories de la Mécanique rationnelle. Les méthodes dont j'ai fait usage m'ont permis, en outre, de fournir les moyens de déterminer d'avance, pour chacune des positions d'équilibre stable d'un flotteur donné :

» 1° Le cône dans lequel oscillerait la verticale menée par le centre de gravité si l'on dérangeait le flotteur d'une quantité donnée, en l'animant d'une force vive donnée;

» 2° La *mesure finie* de la stabilité de l'équilibre. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Production d'hydrogènes carbonés liquides et gazeux par l'action de l'eau pure sur un alliage carburé de fer et de manganèse.* Note de M. S. Cloez, présentée par M. Chevreul.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

« Dans une Communication antérieure, j'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie la production artificielle de nombreux composés forméniques et éthyléniques, par l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau sur la fonte blanche miroitante manganésifère, connue sous le nom de *Spiegel-Eisen*.

» Cette fonte, réduite à l'état de grains sableux, résiste à l'action prolongée de l'eau pure portée à la température de l'ébullition; avec de la vapeur d'eau surchauffée, passant sur la fonte placée dans un tube chauffé à 250 degrés, l'action est très-faible. Pour que la réaction ait lieu, il faut faire passer l'eau en vapeur sur le métal chauffé au rouge sombre. Dans ces conditions, on observe un dégagement de gaz combustibles, dont la flamme n'est pas éclairante : c'est un mélange dans lequel l'hydrogène prédomine; le reste est de l'oxyde de carbone avec des traces de formène ou hydrogène protocarboné. L'élévation de température dans cette expérience em-

pêche sans doute la production des hydrocarbures liquides que l'on obtient à froid par l'action des acides.

» Ce résultat négatif m'a conduit à essayer l'action de l'eau sur des alliages carburés plus riches en manganèse que le *Spiegel-Eisen* et d'une oxydation plus facile. J'ai employé d'abord un produit que l'on fabrique industriellement depuis plusieurs années à l'usine de Terre-Noire, sous le nom de *ferromanganèse*. C'est un alliage carburé dont la composition a varié; le premier échantillon que j'ai eu à ma disposition contenait, pour 100 parties :

Fer	56,5
Manganèse	38,2
Silicium	0,2
Carbone combiné	5,0

» L'acide sulfurique étendu d'eau donne avec cet alliage une quantité énorme des hydrocarbures forméniques et éthyléniques; mais l'eau bouillante pure ne l'attaque pas : il faut opérer à plus de 300 degrés pour obtenir un commencement d'action.

» Une espèce de fonte de manganèse obtenue en chauffant à une très-haute température au fourneau à vent, dans un creuset en graphite, un mélange intime de bioxyde de manganèse naturel et de charbon, a réalisé mon attente et mes prévisions sur la possibilité de produire les hydrocarbures forméniques, et probablement tous les hydrocarbures existant dans l'huile de pétrole, par l'action de l'eau pure sur un alliage carburé métallique.

» La fonte de manganèse dont il s'agit contenait pour 100 parties :

Manganèse	85,4
Fer	5,7
Carbone combiné	3,5
Carbone graphiteux	4,0
Silicium	1,1
Cuivre	traces.

» Cette fonte, réduite à l'état de fragments peu volumineux, décompose facilement l'eau, avec dégagement d'hydrogène et production de gouttelettes huileuses que l'on peut condenser et recueillir. On constate, en outre, que le gaz formé brûle avec une flamme blanche éclairante, preuve évidente de la présence dans ce gaz d'une matière hydrocarbonée volatile.

» La quantité de fonte de manganèse obtenue péniblement au laboratoire ne s'élevait pas à 1 kilogramme. Cette quantité relativement faible ne m'a pas permis de reconnaître, d'une manière certaine, la nature des produits volatils formés. Je puis dire seulement que ces produits ressemblent à ceux de la fonte blanche traitée par l'acide sulfurique étendu d'eau.

» M. Hubert, l'habile chimiste de la fabrique d'acier et d'objets en fonte malléable de M. Dalifol, m'a procuré récemment du ferromanganèse de Terre-Noire semblable à la fonte de manganèse obtenue à mon laboratoire. Ce produit contient pour 100 parties :

Manganèse	81,8
Fer	9,5
Silicium	2,2
Carbone (environ)	5,0

» J'ai placé 1 kilogramme de cet alliage, divisé en fragments de la grosseur d'une noix, dans un grand ballon en verre avec 2 litres d'eau pure. Le ballon bouché communiquait par un tube de dégagement avec une suite de flacons bitubulés contenant de l'eau ou de l'alcool, et destinés à la condensation des produits hydrocarbonés liquides pouvant se former pendant la réaction.

» Il a suffi de chauffer le ballon à 100 degrés pour voir se produire immédiatement un dégagement abondant de gaz hydrogène mélangé de produits hydrocarbonés liquides et gazeux. Après vingt heures de chauffe continue, l'attaque de l'alliage est presque complète; le dégagement de l'hydrogène se ralentit de plus en plus: il s'en produit à peine une dizaine de bulles par minute; après deux nouvelles heures de chauffe, on arrête définitivement l'expérience.

» Il reste dans le ballon une bouillie claire, formée par le mélange des oxydes de fer et de manganèse en suspension dans l'eau; on ne voit plus aucun fragment d'alliage inattaqué, l'eau séparée du précipité par filtration ne paraît rien contenir en dissolution; elle est sans action sur le papier rouge de tournesol, mais avec la teinture de campêche elle manifeste une réaction alcaline.

» Les produits liquides carburés, formés par l'action de l'eau pure sur le ferromanganèse, sont de même nature que ceux fournis par la fonte blanche traitée par l'eau acidulée : une faible partie reste dans le ballon avec les oxydes; on la sépare au moyen de l'alcool; la plus grande partie se condense dans les flacons laveurs contenant de l'eau; un troisième fla-

con laveur, à moitié rempli d'alcool, sert à retenir la portion la plus volatile des hydrocarbures.

» Quant aux produits gazeux hydrocarbonés formés par l'action de l'eau bouillante sur le ferromanganèse, on peut facilement constater leur existence de plusieurs manières : 1° en recueillant dans une cloche remplie de mercure le gaz débarrassé autant que possible des produits liquides; après avoir desséché ce gaz au moyen du chlorure de calcium fondu, on le brûle dans l'eudiomètre avec une fois et demie son volume de gaz oxygène : on trouve dans le résidu un volume d'acide carbonique qui dépasse ordinairement le quart du volume du gaz combustible brûlé; 2° au lieu de brûler le gaz par l'oxygène dans l'eudiomètre, on peut le mettre en contact avec de l'acide sulfurique concentré : on voit le volume du gaz se réduire notablement et l'acide sulfurique brunir; 3° en recueillant le gaz dans une éprouvette remplie d'eau, et en introduisant ensuite un peu de brome, on observe également une diminution de volume, due à l'absorption du gaz carboné par le brome.

» En résumé, mes nouvelles expériences démontrent que l'eau seule, en agissant à chaud sur un alliage carburé de manganèse et de fer, cède son oxygène aux métaux pour former d'abord des protoxydes qui passent ultérieurement par l'action de l'air à un degré supérieur d'oxydation. Quant à l'hydrogène, une partie se dégage à l'état de liberté, le reste se combine avec le carbone pour produire des hydrocarbures analogues à ceux qu'on trouve dans le sol et qu'on exploite sous le nom de *pétrole*. »

M. **Roulliet** adresse, pour le Concours des Arts insalubres, un Mémoire relatif à un mécanisme destiné à prévenir l'explosion involontaire des armes à feu.

(Renvoi à la Commission.)

Un **Auteur**, dont le nom est contenu dans un pli cacheté, adresse, pour Concours du prix Bréant, un Mémoire intitulé : « Traitement rationnel produisant la guérison radicale des dartres ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. **Tisserand** est adjoint à la Commission désignée pour examiner le Mémoire de M. Souillart sur les satellites de Jupiter.

M. L. **Moreau**, M. **Taillotte** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Mme MARY MASON soumet au jugement de l'Académie une Note relative au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE invite l'Académie à lui présenter, dans l'une de ses prochaines séances, deux candidats à la place de membre titulaire au Bureau des Longitudes, laissée vacante, dans la Section d'Astronomie, par le décès de M. *Mathieu*.

(Renvoi aux Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. le MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE transmet à l'Académie une lettre du Consul de France à Milan, relative aux expériences faites par M. Righi avec un téléphone amplifiant très-notablement le son.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux brochures de M. *Krönecker*, dans lesquelles sont résumées plusieurs Mémoires de notre savant Correspondant;

2° Le premier numéro du « Bulletin de la Société minéralogique de France ».

La SOCIÉTÉ HISTORIQUE ET GÉNÉALOGIQUE DE NEW-ENGLAND transmet à l'Académie l'expression de ses sympathies, à l'occasion du 100e anniversaire de la signature du traité d'alliance entre la France et les États-Unis.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure, faite à Palerme le 6 mai* 1878. Note de M. TACCHINI.

« Je présente à l'Académie le résultat des observations faites à Palerme à l'occasion du passage de Mercure, le 6 mai 1878. Le matin, le ciel était couvert, et même à midi on n'espérait pas pouvoir faire d'observation. Vers 3 heures, l'atmosphère commença à s'éclaircir un peu dans le voisinage du Soleil, et tout fut disposé pour observer la partie du passage visible de notre observatoire. Les deux premiers contacts ont été assez bien observés avec le spectroscope et à la manière ordinaire.

» Le spectroscope que j'ai employé est celui dont j'ai fait usage dans le Bengale pour le passage de Vénus. MM. Cacciatore, Delisa et Agnello observèrent avec de simples lunettes astronomiques. En dehors de la chromosphère, je n'ai rien pu voir; mais, à $4^h 0^m 33^s$, je me suis aperçu que la planète se montrait déjà en partie projetée sur les flammes chromosphériques.

Le premier contact a été très-exactement observé à..........	$4^h.4^m.35^s,5$
La moyenne des observations à la lunette simple donne........	4.5.39,9
Différence.........	1. 4,4

» Il est donc très-évident que l'emploi du spectroscope élimine l'erreur que l'observation par le procédé ordinaire rend inévitable pour le premier contact.

Le second contact a été constaté au spectroscope à...........	$4^h.7^m.46^s,7$
La moyenne des observations par le procédé ordinaire donne...	4.7.36,9
Différence.........	9,8

» Dans le spectroscope, le second contact est donc arrivé un peu plus tard : la différence est ainsi dans le même sens que celle qui a été trouvée au Bengale pour le passage de Vénus. Si l'on attribue le retard de $9^s,8$ à la différence du rayon solaire vu dans le spectroscope et dans les lunettes ordinaires, la différence du rayon résulte de 0″,68, valeur qui s'accorde avec la moyenne donnée par les observations des passages au spectroscope et au cercle méridien du 12 avril au 9 mai, c'est-à-dire 0″,42. Le passage de Vénus en 1874 avait donné 4″,33 [1] et les observations du passage du Soleil à la même époque 2″,82. Presque une année plus tard, en 1875, les observations faites à Palerme au cercle méridien et au spectroscope par moi, par le P. Secchi et MM. Rayet et Dorna [2], donnèrent une différence de 1″,86; par conséquent il semble que, de l'époque du maximum des taches solaires à celle du minimum actuel, cette différence a toujours diminué, c'est-à-dire que le diamètre du Soleil présenterait des variations en accord avec la période des taches. Je terminerai cette Note en annonçant avec regret que les nouvelles reçues jusqu'à présent de mes collègues de Naples, Florence, Venise, Gallarate, Gênes et Modène annoncent l'insuccès de l'observation du passage de Mercure, à cause du mauvais temps. »

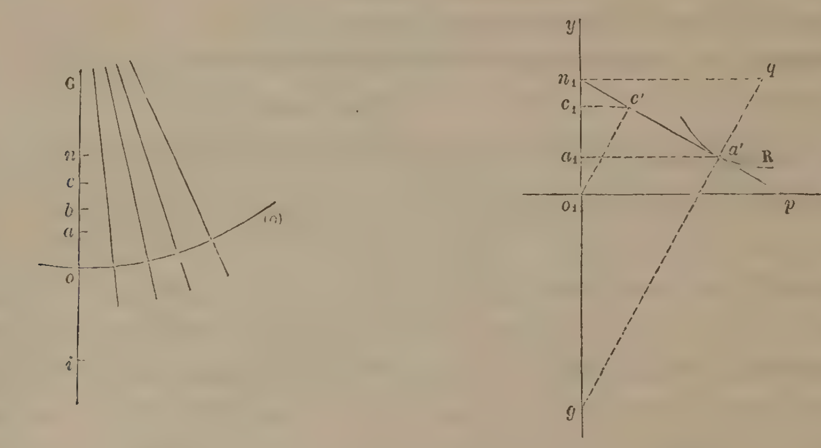
(1) *Il Passaggio di Venere sul Sole dell'* 8-9 *dicembre* 1874, *osservato a Muddapur nel Bengala. Relazione di* P. Tacchini. Palermo, 1875.

(2) *Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte et pubblicate per cura del prof.* P. Tacchini, vol. IV, 1875, Palermo.

GÉOMÉTRIE. — *De l'emploi de la courbe représentative de la surface des normales principales d'une courbe gauche pour la démonstration de propriétés relatives à cette courbe.* Note de M. A. **Mannheim**.

« La position d'une courbe représentative R d'une surface réglée, par rapport aux axes coordonnés, permet d'obtenir facilement quelques éléments de cette surface. C'est ce que je vais faire voir en considérant la surface (S_N), formée par les normales principales d'une courbe gauche (o). Nous arriverons ainsi à des théorèmes relatifs à cette courbe.

» Conservons les notations et les figures de mes dernières Communications [1].



» Soit ν l'angle que fait avec la normale G en o la courbe lieu des centres de courbure de (o). Cherchons l'expression de tangν. Prenons sur (o) le point o' infiniment voisin de o et menons la normale G' correspondante. G' et o' donnent lieu à une droite auxiliaire infiniment voisine de $n_1 p$, qui coupe celle-ci en a'. Le segment intercepté sur $o_1 y$ par ces deux droites auxiliaires est la variation de longueur $d\rho$ du rayon de courbure on, lorsque l'on passe de o à o'. Menons, à partir de n, la trajectoire orthogonale (n) des normales principales de (o). G et G' interceptent sur cette courbe un arc $d(n)$; on a

$$\operatorname{tang}\nu = \frac{d(n)}{d\rho}.$$

---

[1] Voir *Comptes rendus*, 29 octobre 1877, 5 novembre 1877, 19 novembre 1877.

Mais, en désignant l'arc oo' par $d(o)$, on sait ([1]) que $\frac{d(n)}{d(o)} = \frac{c'n_1}{c'o_1}$ et que $d\rho = n_1 q d\varphi$ ([2]); on a donc

$$\operatorname{tang} \nu = \frac{c'n_1}{c'o_1 . n_1 q} \frac{d(o)}{d\rho} = \frac{1}{n_1 g} \frac{d(o)}{d\rho}.$$

Introduisons l'angle θ que font entre elles les normales G et G', en employant la relation connue ([3]) $d\theta = \frac{d(o)}{o_1 c'}$; il vient

$$\operatorname{tang} \nu = \frac{\rho}{qg} \frac{d\theta}{d\varphi}.$$

» On sait aussi qu'on a $\operatorname{tang} \nu = \frac{\rho}{s}$, en appelant s la distance à G du centre de la sphère osculatrice en o à (o). De ces deux expressions de $\operatorname{tang} \nu$, il résulte que

(1) $$s = qg \frac{d\varphi}{d\theta}.$$

» Lorsque deux courbes ont les mêmes normales principales, le rapport $\frac{d\varphi}{d\theta}$ est le même pour deux points de ces courbes situés sur une même normale. On voit donc que, *lorsque deux courbes (o) et (a) ont les mêmes normales principales, les distances à une de leurs normales communes des centres des sphères osculatrices correspondant à o et a, situées sur cette normale, sont entre elles dans le rapport $\frac{qg}{q'g'}$ [$q'g'$ étant pour (a) le segment analogue à $q'g'$].*

» De là le moyen de déterminer le rayon de la sphère osculatrice d'une de ces courbes, connaissant le rayon de la sphère osculatrice de l'autre ([4]).

» Dans le cas particulier où les rayons de courbure de la courbe gauche sont égaux entre eux, la courbe R est réduite à un point de $o_1 y$; le segment qg est alors toujours nul, ainsi que s. Nous retrouvons ainsi ce théorème:

([1]) Voir *Journal de Mathématiques* de M. Liouville, 1872, p. 148.

([2]) $d\varphi$ est l'angle de contingence de R en a' et q est le point où la perpendiculaire $n_1 q$ à $o_1 y$ est rencontrée par la normale en a' à R.

([3]) *Loc. cit.*, même page.

([4]) Je publierai, dans une autre occasion, une solution directe de ce problème : *Deux courbes ont les mêmes normales principales; construire le centre de la sphère osculatrice de l'une, connaissant le centre de la sphère osculatrice de l'autre.*

» *Lorsque les rayons de courbure d'une courbe gauche sont égaux entre eux, les centres des sphères osculatrices et les centres de courbure de cette courbe coïncident.*

» Reprenons la courbe quelconque (o) et menons à partir de o la droite rectifiante ol. Désignons par l la distance du point o au point l où cette droite touche l'arête de rebroussement de la surface rectifiante de (o). En employant le cône directeur de (S_N), on voit que $\frac{d\varphi}{d\theta} = \frac{oc}{l}$, et alors la relation (1) devient

$$(2) \qquad s \times l = oc \times qg.$$

» Cette relation conduit facilement à ce théorème :

» *Lorsque la somme des carrés des rayons de courbure d'une courbe est constante, le produit $s \times l$ est proportionnel au cube du rayon de seconde courbure de cette courbe.*

» La relation (2) peut s'écrire

$$(3) \qquad s \times l \times \rho \times \cos\varphi = \rho^2 \frac{{}^2}{\text{tang}\,\omega}.$$

» Le premier membre de cette relation est le volume d'un tétraèdre ϖ dont les sommets sont le point o, le centre de courbure n, le centre de la sphère osculatrice correspondant et le point l. Dans le second membre, lorsqu'il s'agit de deux courbes (o) et (a) ayant les mêmes normales principales, $\frac{a^2}{\text{tang}\,\omega}$ est constant. On voit alors que :

» *Si deux courbes ont les mêmes normales principales, les deux tétraèdres, tels que ϖ, relatifs soit à deux points de l'une de ces courbes, soit à un point de l'une et à un point de l'autre, ont leurs volumes dans le rapport des carrés des rayons de courbure correspondant à ces points.*

» La relation (3) établit *une liaison entre des éléments d'une courbe gauche et des éléments de la surface formée par les normales principales de cette courbe.*

» On en déduit aussi ce théorème nouveau :

» *Lorsque la somme des carrés des courbures d'une courbe est constante, le produit $s \times l$ est constant quel que soit le point de la courbe.*

» Etc., etc.

» Dans ce qui précède, je n'ai considéré que la courbe lieu des centres de courbure (o) ; en suivant une marche analogue, on arrive à des propriétés relatives à la ligne de striction de (S_N) et à la courbe (a) de cette surface. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'attraction qu'exerce un ellipsoïde homogène sur un point extérieur.* Note de M. LAGUERRE.

« Considérons l'ellipsoïde $\frac{X^2}{a^2}+\frac{Y^2}{b^2}+\frac{Z^2}{c^2}=1$ et un point M extérieur à cet ellipsoïde et ayant pour masse l'unité. En désignant par x, y, z ses coordonnées, par ρ la densité uniforme de la matière qui forme l'ellipsoïde et par k une quantité constante, la valeur du potentiel du point M, relativement à l'ellipsoïde, est donnée par la formule

$$V=-k\rho\iiint\frac{dX\,dY\,dZ}{\sqrt{(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2}},$$

l'intégrale triple s'étendant à tous les points situés dans l'intérieur de l'ellipsoïde. D'après une formule due à Jacobi, le facteur

$$\frac{1}{\sqrt{(X-x)^2+(Y-y)^2+(Z-z)^2}}$$

est égal à $\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi}\frac{d\varphi}{X-x+i(Y-y)\cos\varphi+i(Z-z)\sin\varphi}$.

» On a donc

$$V=-\frac{k\rho}{2\pi}\iiint\int_0^{2\pi}\frac{dX\,dY\,dZ\,d\varphi}{X-x+i(Y-y)\cos\varphi+i(Z-z)\sin\varphi};$$

le point M étant à l'extérieur de l'ellipsoïde, la quantité sous le signe $\int$ ne devient jamais infinie. On peut donc intervertir l'ordre des intégrations et écrire

$$V=-\frac{k\rho}{2\pi}\int_0^{2\pi}d\varphi\iiint\frac{dX\,dY\,dZ}{X-x+i(Y-y)\cos\varphi+i(Z-z)\sin\varphi}.$$

Faisons un changement de variable en posant $X=a\xi$, $Y=b\eta$, $Z=c\zeta$; on aura

$$\frac{V}{abc}=-\frac{k\rho}{2\pi}\int_0^{2\pi}d\varphi\iiint\frac{d\xi\,d\eta\,d\zeta}{L\xi+M\eta+N\zeta-P},$$

équation où j'ai posé, pour abréger,

$$L=a,\quad M=ib\cos\varphi,\quad N=ic\sin\varphi,\quad\text{et}\quad P=x+iy\cos\varphi+iz\sin\varphi.$$

L'intégrale triple s'étend à tous les points situés dans l'intérieur de la sphère $\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1$. Elle peut se mettre sous la forme

$$\frac{1}{\sqrt{L^2 + M^2 + N^2}} \int\int\int \frac{d\xi\, d\eta\, d\zeta}{\Delta},$$

Δ désignant la distance du point (ξ, η, ζ) au plan H, dont l'équation est

$$LX + MY + NZ - P = 0.$$

» Il est facile de l'évaluer. Menons, en effet, deux plans infiniment voisins parallèles au plan H; soient respectivement t et $t + dt$ les distances de ces plans au centre O de l'ellipsoïde; soit enfin D la distance du point O au plan H. Les deux plans infiniment voisins découpent dans la sphère une couche dont le volume est $\pi(1 - t^2)\,dt$; tous les points de cette couche sont d'ailleurs à une distance du plan H égale à $D - t$; la partie de l'intégrale triple relative à cette couche est donc égale à $\frac{\pi}{\sqrt{L^2 + M^2 + N^2}} \frac{(1 - t^2)\,dt}{D - t}$ et la valeur de l'intégrale triple elle-même est

$$\frac{\pi}{\sqrt{L^2 + M^2 + N^2}} \int_{-1}^{+1} \frac{(1 - t^2)\,dt}{D - t}.$$

Si l'on marque maintenant que $P = D\sqrt{L^2 + M + N^2}$, en remplaçant L, M, N et P par leurs valeurs, il viendra définitivement

$$\frac{V}{\rho abc} = -\frac{k}{2} \int_{-1}^{+1} \int_{0}^{2\pi} \frac{(1 - t^2)\,dt\,d\varphi}{x + iy\cos\varphi + iz\sin\varphi - t\sqrt{(a^2 - b^2) + (b^2 - c^2)\sin^2\varphi}}.$$

L'intégration relative à t s'effectue immédiatement; je conserverai néanmoins la formule précédente sous cette forme.

» On peut remarquer que le premier membre est, à un facteur constant près, le rapport du potentiel à la masse de l'ellipsoïde; il est clair d'ailleurs que le second membre ne change pas quand on remplace l'ellipsoïde considéré par un ellipsoïde homofocal. De là résulte immédiatement l'importante proposition de Maclaurin : *Les potentiels d'un même point relativement à deux ellipsoïdes homofocaux sont proportionnels aux masses de ces ellipsoïdes.*

» Si la surface est de révolution et si l'on a $b = c$, l'intégration relative

à φ s'effectue immédiatement, en vertu de la formule de Jacobi rappelée plus haut, et l'on a

$$V = -k\rho\pi ab^2 \int_{-1}^{+1} \frac{(1-t^2)\,dt}{\sqrt{y^2+z^2+(x-t\sqrt{a^2-b^2})^2}};$$

en effectuant ensuite l'intégration relative à t, on obtiendrait la formule bien connue qui donne explicitement la valeur de V.

» En terminant, je ferai observer que la méthode employée ci-dessus pour déterminer l'intégrale triple

$$\iiint \frac{d\xi\, d\eta\, d\zeta}{L\xi + M\eta + N\zeta - P}$$

suppose essentiellement L, M, N et P réels. On pourrait donc avoir des doutes sur la légimité de son emploi quand ces quantités sont imaginaires ; mais une autre méthode très-simple, quoique un peu moins brève que la précédente, conduit également à la valeur que j'ai donnée ci-dessus. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Extrait d'une Lettre adressée à M.* Ch. Hermite; par M. **Faa de Bruno.**

« . . . La formule nouvelle donnée dans la séance du 13 mai est susceptible de généralisation.

» Voici ce que l'on trouve pour deux variables

$$[x^p y^q]\psi(x,y) = \frac{1}{\Pi(p)\Pi(q)}[x^p y^q][\delta + (\delta + \log\psi)^p]^q$$

ou encore

$$\frac{1}{2\Pi(p)\Pi(q)}[x^p y^q]\{[\delta + (\delta + \log\psi)^p]^q + [\delta + (\delta + \log\psi)^q]^p\},$$

ce qui revient à

$$\frac{1}{2}\sum\sum \frac{\Pi^{q'-1}(p-p') + \Pi^{p'-1}(q-q')}{\Pi(p')\Pi(q')}\log^{p'q'}\psi,$$

p' variant de 1 à p, et q' de 1 à q. »

MÉCANIQUE. — *Équilibre d'élasticité d'un sol isotrope sans pesanteur, supportant différents poids.* Note de **M. J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Lamé et Clapeyron, dans leur célèbre Mémoire de 1828 (*Savants étrangers*, t. IV, p. 541), ont étudié l'équilibre d'élasticité d'un solide sans pesanteur, terminé supérieurement par une face horizontale que sollicitent des pressions verticales, et indéfini dans les autres sens. Leur solution consiste à superposer une quadruple infinité d'intégrales simples, dont chaque terme est le produit d'une constante arbitraire (que permet de déterminer ultérieurement la formule de Fourier) par une exponentielle où paraît au premier degré la coordonnée verticale z, par une fonction linéaire de z, et par deux sinus ou cosinus affectés chacun, linéairement aussi, d'une des coordonnées horizontales x, y. Ces expressions des petits déplacements u, v, w étant trop complexes pour permettre de se représenter le phénomène, je me propose ici, en recourant à des potentiels d'attraction, d'en former de plus simples, où deux intégrations, sur quatre, se trouvent effectuées.

» Ayant pris la surface du corps pour plan des xy et un axe des z dirigé en bas, appelons ξ, η les deux coordonnées d'un point quelconque de cette surface, r la distance de ce point à un point quelconque (x, y, z) du corps; et concevons, étalée sur le plan des xy, une couche fictive, limitée et infiniment mince de matière, qui aurait par unité d'aire, en chaque point (ξ, η), une masse donnée $f(\xi, \eta)$. Je poserai $f(\xi, \eta)\,d\xi\,d\eta = dm$, et j'appellerai φ la somme $\int \log(z + r)\,dm$ étendue à toute la couche, qui ne recouvre qu'une partie finie du plan des xy. On reconnaît aisément : 1° que toutes les dérivées de φ s'annulent pour r infini, c'est-à-dire aux points (x, y, z) infiniment éloignés de la couche, et qu'elles y sont comparables à la puissance négative de r indiquée par leur ordre même; 2° que la dérivée $\frac{d\varphi}{dz} = \int \frac{dm}{r}$ est le potentiel d'attraction relatif à cette couche; 3° que le paramètre différentiel Δ_2 de la fonction φ et, par suite, ceux des dérivées de φ en x, y, z, s'annulent dans tout l'intérieur du corps élastique; 4° que, si Φ désigne la fonction φ ou l'une de ses dérivées, on a $\frac{d\Phi}{dz} - \Delta_2\left(\frac{z\Phi}{2}\right) = 0$.

» Différentions, par rapport à x, y, z, cette dernière relation, après l'avoir multipliée par $1 + k$, k désignant le rapport des deux coefficients d'élasticité λ, μ du corps (notation des *Leçons de Lamé* de 1852). Les deux

premières des trois identités ainsi obtenues ne diffèrent pas des deux premières équations indéfinies d'équilibre $(1+k)\frac{d\theta}{dx} + \Delta_2 u = 0, \ldots,$ où $\theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}$, si l'on pose

$$\theta = \frac{d\Phi}{dz}, \quad u = -\frac{1+k}{2}\frac{d.z\Phi}{dx}, \quad v = -\frac{1+k}{2}\frac{d.z\Phi}{dy}, \quad w = (2+k)\Phi - \frac{1+k}{2}\frac{d.z\Phi}{dz};$$

l'expression de w résultant de ce que θ doit être la somme des dérivées respectives de u, v, w en x, y, z. De plus, à cause de $\Delta_2\Phi = 0$, la troisième des identités obtenues revient à la troisième équation indéfinie d'équilibre. Comme u, v, w doivent s'annuler pour r infini, on ne peut pas prendre $\Phi = \varphi$: le plus simple sera donc de poser $\Phi = \frac{d\varphi}{dz}$. D'ailleurs, rien ne sera changé, ni à la valeur de θ ni aux équations indéfinies d'équilibre, si l'on ajoute à u, v, w les dérivées en x, y, z d'un terme proportionnel à φ. Par conséquent, une intégrale du problème, affectée d'une fonction arbitraire $f(\xi, \eta)$ et d'un paramètre arbitraire A, s'obtient en prenant

$$(1) \qquad \theta = \frac{d^2\varphi}{dz^2}, \quad u = \frac{d\psi}{dx}, \quad v = \frac{d\psi}{dy}, \quad w = \frac{d\psi}{dz} + (2+k)\frac{d\varphi}{dz},$$

où

$$\varphi = \int \log(z+r)\,dm, \quad -\psi = \frac{A}{2}\varphi + \frac{1+k}{1} z\,\frac{d\varphi}{dz}.$$

» On déduit de ces expressions, pour évaluer les trois composantes T_2, T_1, N_3 de la pression que supporte un élément plan horizontal, les formules

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{T_2}{\mu} &= \frac{d}{dx}\left[(1-A)\frac{d\varphi}{dz} - (1+k)z\theta\right], \quad \ldots, \\ \frac{N_3}{\mu} &= (2+k-A)\theta - (1+k)z\frac{d\theta}{dz}. \end{aligned} \right.$$

Pour $z = 0$, on trouve facilement, en posant d'abord

$$\xi = x + z\xi', \quad \eta = y + z\eta',$$

et remplaçant ensuite ξ', η', assimilées à des coordonnées rectangles, par des coordonnées polaires

$$(3) \quad \theta \text{ ou } -\iint \frac{z f(\xi,\eta)\,d\zeta\,d\eta}{[z^2+(\xi-x)^2+\eta-y)^2]^{\frac{3}{2}}} = -f(x,y)\iint \frac{d\xi'\,d\eta'}{(1+\xi'^2+\eta'^2)^{\frac{3}{2}}} = -2\pi f(x,y),$$

et, par la même méthode, $z\frac{d\theta}{dz} = 0$. Ainsi, *à la surface*, les seconds membres de (2) se réduisent à

$$(1 - A)\frac{d}{dx}\int\frac{dm}{r}, \quad (1 - A)\frac{d}{dy}\int\frac{dm}{r}, \quad -2\pi(2 + k - A)f(x, y).$$

Suivant qu'on prendra $A = 1$ ou $A = 2 + k$, on y aura, soit $T_2 = 0, T_1 = 0$, soit $N_3 = 0$. Donc les formules (1) fournissent deux types distincts d'intégrales, dans l'un desquels la surface ne supporte que les pressions normales $-N_3$ ou $2\pi(2 + k - A)\mu f(x, y)$, tandis que, dans le second, pour lequel j'appellerai $f_1(\xi, \eta)$ l'expression de $f(\xi, \eta)$, elle supporte seulement des actions tangentielles. Un troisième type, où N_3 s'annule partout, s'obtiendrait, après avoir remplacé $f(\xi, \eta)$ par une troisième fonction arbitraire $f_2(\xi, \eta)$, en prenant simplement

$$u = -\frac{d\varphi}{dy}, \quad v = \frac{d\varphi}{dx}, \quad w = 0, \quad \theta = 0.$$

Enfin, la superposition des trois types donnera l'intégrale générale; car, en posant $f_1(\xi, \eta)d\xi d\eta = dm_1$, $f_2(\xi, \eta)d\xi d\eta = dm_2$, il viendra, pour $z = 0$,

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{-T_2}{\mu} = (1 + k)\frac{d}{dx}\int\frac{dm_1}{r} + \frac{d}{dy}\int\frac{dm_2}{r}, \\ &\frac{-T_1}{\mu} = (1 + k)\frac{d}{dy}\int\frac{dm_1}{r} - \frac{d}{dx}\int\frac{dm_2}{r}, \quad \frac{-N_3}{2\pi(1 + k)\mu} = f(x, y); \end{aligned}\right.$$

en sorte que les expressions de T_2, T_1, N_3 *à la surface* contiendront bien trois fonctions arbitraires f, f_1, f_2 des deux coordonnées.

» Bornons-nous, avec Lamé, au cas $T_2 = 0$, $T_1 = 0$, qui est celui d'un sol élastique poli chargé de divers poids, et, supposant ces poids, $-N_3$, connus par unité d'aire en chaque point de la surface, appelons $f(x, y)$ leur quotient par $2\pi(1 + k)\mu$. Il suffira de faire $A = 1$ dans les formules (1) pour que celles-ci donnent les déplacements u, v, w. A part un facteur constant, la couche fictive $\int dm$ pourra être précisément constituée par la matière pesante que portera le sol en chaque endroit, si l'on suppose cette matière infiniment aplatie. En particulier, la petite ordonnée w_0 de la surface déformée vaudra $\frac{2 + k}{2}\int\int\frac{f(\xi, \eta)\,d\xi\,d\eta}{\sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}}$. A de grandes distances de la couche, on peut prendre, à une première approximation, $\varphi = (\int dm)\log(z + \sqrt{x^2 + y^2 + z^2})$; et les déplacements u, v, w, ainsi

que les six déformations élémentaires $\partial_x, \ldots, g_{yz}, \ldots$, acquièrent des expressions assez simples. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une machine d'induction*. Note de M. **Gaiffe**, présentée par M. du Moncel.

« Une simple modification de la disposition de l'électro-aimant adopté par M. Siemens m'a permis de construire pour mon usine de nickelure galvanique des appareils dont les variations d'intensité sont tellement atténuées qu'on peut considérer leurs courants comme constants. Au lieu d'une bobine cylindrique tournant concentriquement dans des encoches cylindriques, j'emploie une bobine à section elliptique tournant dans des encoches de forme elliptique. Le grand diamètre de l'ellipse des encoches est dans un plan parallèle aux branches de l'inducteur. Le grand diamètre de l'ellipse de l'électro-aimant tournant est un peu plus court que le petit diamètre de celle des encoches, afin que la rotation puisse se faire sans frottement; on comprend facilement qu'avec quelques tâtonnements on arrive à établir entre les diamètres des deux ellipses un rapport tel que le changement de polarité, au lieu de se faire pendant un temps très-court à chaque demi-révolution, se fasse au contraire graduellement pendant toute la durée de la demi-révolution et que, par suite, la mise en mouvement de l'appareil donne naissance à un courant sensiblement constant.

» Je ne prétends pas que ces machines donnent des résultats plus économiques que celles à bobines annulaires; mais elles ont l'avantage d'être aptes à recevoir, quelles que soient leurs dimensions, des hélices formées de fils de toutes grosseurs, condition difficile à réaliser avec les bobines annulaires, et de pouvoir, par conséquent, une vitesse de rotation étant donnée, être réglées de façon à dépenser seulement la force électromotrice exactement nécessaire au travail à accomplir, et à offrir la plus faible résistance intérieure possible. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la recherche de l'ozone dans l'air atmosphérique*. Note de M. **Albert Lévy**.

« La Note présentée par M. Daremberg, dans la dernière séance de l'Académie, sur la recherche de l'ozone dans l'air atmosphérique, contient certaines conclusions que j'ai déjà formulées.

» Le papier ozonoscopique n'est pas employé pour *doser* l'ozone. Le procédé dont je fais usage à Montsouris est fondé sur l'emploi de l'arsénite de potasse.

» M. Daremberg déduit de ses expériences que « dans l'air il existe un ou » plusieurs éléments qui empêchent l'impression ozonoscopique de se déve- » lopper et qui la détruisent après qu'elle s'est produite ».

» Plusieurs années d'analyses à Montsouris m'ont amené à la même conclusion, et j'avais communiqué à M. Daremberg le résultat de mes études. J'ai montré (1) que le papier ozonométrique se décolore sous certaines influences et en particulier, à Montsouris, sous l'influence des vents du nord : « Nous avons pu, ai-je dit, en nous servant d'un ozonoscope enregis- » treur construit par M. Salleron, mettre hors de doute et rendre visible le » fait de la décoloration du papier ». Tandis que ces papiers Schœnbein restent incolores dans l'intérieur de Paris, ils bleuissent plus ou moins fortement à Montsouris, au sud de la ville, et, une fois colorés, se décolorent lorsque le vent vient du nord, c'est-à-dire quand le vent a passé sur Paris.

» Je rappelle que cette relation entre la direction du vent et la quantité d'ozone contenue dans l'air paraît se rattacher à une loi plus générale établie en 1865 par M. Marié-Davy : « Quand le centre d'une bourrasque » traverse la France, toutes les stations situées au sud de la trajectoire ont » beaucoup d'ozone; celles qni sont au nord en ont peu ou point. »

» M. Daremberg a reconnu qu'il n'y a aucun rapport entre l'impression ozonoscopique et la pression barométrique. Ce fait a déjà été constaté; mais il n'en résulte pas, comme le pense M. Daremberg, qu'il sera inutile de continuer les recherches ozonoscopiques. De ce que la pression atmosphérique ne paraît pas avoir d'action sur les quantités d'ozone contenues dans l'air, il n'en faudra pas moins rechercher l'influence possible de l'état hygrométrique, de la direction et de la vitesse du vent, de l'état électrique de l'air, etc. Et, quand bien même on constaterait que ces phénomènes météorologiques ne paraissent pas liés à la formation de l'ozone dans l'air, il n'en serait pas moins intéressant de continuer les recherches ozonoscopiques, qui pourront peut-être jeter quelque jour sur certaines questions relatives à l'hygiène et à la santé publique.

» Ce qu'il faut souhaiter, c'est que la méthode de dosage en poids soit appliquée dans un grand nombre de stations en France, comme elle commence à l'être à l'étranger.

» J'ajouterai que les papiers ozonométriques sont si commodes qu'il m'a

---

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris* pour 1878, page 500.

paru désirable de rechercher si l'on ne pourrait pas corriger leurs indications des erreurs qui les affectent. J'ai pu établir, d'après les observations faites en 1877, une table de concordance entre les lectures arbitraires des papiers Schœnbein et les poids d'ozone contenus dans l'air. Cette Table, publiée dans l'*Annuaire de Montsouris*, et que j'ai communiquée à M. Daremberg, montre qu'on peut tirer des indications très-utiles de l'observation des papiers ozonoscopiques, au moins dans l'établissement des moyennes. Et même les courbes quotidiennes de l'ozone dosé par l'arsénite ou évalué par le papier Schœnbein sont assez concordantes pour que l'on n'hésite pas à se servir des papiers ozonoscopiques toutes les fois qu'on ne pourra faire le dosage exact. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une modification allotropique du cuivre.* Note de M. P. SCHUTZENBERGER.

« Les faits suivants établissent l'existence d'une modification allotropique du cuivre, distincte par ses propriétés physiques et chimiques.

» Elle prend naissance par l'électrolyse de certaines solutions cuivriques. Voici les conditions dans lesquelles on l'obtient le plus sûrement :

» Le bain électrolysé est une solution à environ 10 pour 100 d'acétate de cuivre, préalablement bouillie pendant quelques minutes, pour expulser de l'acide acétique et la rendre légèrement basique. On emploie deux éléments Bunsen ou trois éléments Daniell de moyenne grandeur et l'on évite toute élévation de température du bain. La lame négative en platine est disposée parallèlement à la lame de cuivre servant d'électrode positive soluble, à une distance de 3 à 4 centimètres. Ses dimensions doivent être un peu inférieures à celles de l'électrode positive. Dans ce cas, la face de l'électrode négative en platine, qui regarde la lame positive, se couvre d'une couche de cuivre allotropique, tandis que la face opposée reçoit un dépôt beaucoup moins épais de cuivre ordinaire. Si la lame négative est notablement plus grande que la positive, le dépôt de cuivre modifié est placé en face de cette dernière et se trouve encadré de cuivre ordinaire. On peut donc, dans une même opération, obtenir simultanément et juxtaposés les deux cuivres, qui se distinguent alors nettement par l'opposition de leurs caractères.

» *Propriétés physiques.* — Le cuivre allotropique se présente sous la forme de plaques à éclat métallique, à surface un peu rugueuse du côté libre et

polie du côté appliqué à la lame de platine. Si l'opération est suffisamment prolongée, il se forme aux angles inférieurs et aux bords de l'électrode négative de belles arborescences dirigées vers la lame positive et dont les branches, contournées comme celles d'un arbre et multiples, peuvent atteindre plusieurs centimètres avant que la masse ne se brise par son propre poids. Le cuivre allotropique est moins rouge que le cuivre ordinaire et se rapproche par sa couleur de certains bronzes. Les plaques se détachent facilement de la lame négative, après un lavage à l'eau bouillie et une dessiccation dans le vide à la température ordinaire; elles sont cassantes, absolument dépourvues de malléabilité et se laissent réduire en poudre impalpable comme le soufre, par broyage dans un mortier en agate.

» La densité n'a pu être prise exactement, ce cuivre modifié étant toujours mélangé à quelques centièmes d'oxyde (5 à 10 pour 100) dont l'origine s'explique par l'extrême oxydabilité du cuivre allotropique. En dosant l'oxygène et en l'attribuant tout entier à de l'oxydule, ce qui n'est pas exact, mais constitue le cas le plus défavorable, on arrive avec la densité trouvée au poids spécifique 8,0 à 8,2; celui du cuivre ordinaire est de 6,9.

» *Propriétés chimiques.* — Les plaques, lavées à l'eau bouillie et exposées humides à l'air, s'oxydent superficiellement avec une grande rapidité; elles s'irisent des plus belles nuances, en quelques minutes, et prennent une teinte bleu indigo foncé. Dans l'eau aérée chaude (50 à 60 degrés) et dans une solution froide d'acétate basique de cuivre, l'oxydation est instantanée; aussi l'électrolyse d'un bain d'acétate basique ne fournit-elle au début que des dépôts très-riches en oxyde : ce n'est qu'au bout d'un certain temps, lorsque le bain est devenu à peu près neutre, que l'opération marche régulièrement.

» Le cuivre allotropique, exposé au contact de l'air, en poudre sèche et à la température ordinaire, noircit au bout de peu de temps et se change en *oxyde cuivrique* soluble en bleu dans l'acide sulfurique étendu et froid.

» La façon dont il se comporte avec l'acide azotique pur, étendu de dix fois son poids d'eau et froid est caractéristique : sa surface, si elle est oxydée, se décape aussitôt, puis le métal est immédiatement attaqué avec dégagement de *protoxyde d'azote* presque pur, en même temps qu'il se couvre d'une couche noir olive foncé, de nature encore indéterminée. Le cuivre ordinaire est à peine attaqué par l'acide azotique à 10 pour 100, et, avec de l'acide plus concentré, il dégage surtout du bioxyde d'azote, mais

sans que le métal noircisse. On obtient quelquefois des plaques qui donnent, en se dissolvant dans l'acide azotique étendu, des mélanges de protoxyde et de bioxyde ($\frac{3}{4}$ à $\frac{2}{3}$ Az^2O pour $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ AzO); il est facile de s'assurer qu'elles sont formées de mélanges des deux cuivres. Cet effet a lieu surtout quand le bain s'échauffe pendant l'électrolyse, ou s'il est acide.

» Le cuivre allotropique se convertit en cuivre ordinaire par l'action de la chaleur, par le contact prolongé avec une solution étendue d'acide sulfurique. Il m'est arrivé une fois qu'une masse assez considérable de cuivre allotropique, réduite en poudre et séchée dans le vide, fut transformée brusquement en cuivre ordinaire avec un notable dégagement de chaleur, au moment de la rentrée de l'air. L'oxydation commençante a pu être une cause déterminante du phénomène, mais ne peut expliquer le dégagement notable de chaleur, car l'aspect métallique de la poudre n'avait pas changé, et l'analyse n'a pas révélé beaucoup plus d'oxygène avant qu'après (1 pour 100 environ).

» Chauffé à 100 degrés dans le vide ou l'acide carbonique, le cuivre modifié ne dégage pas d'hydrogène. Les différences de propriétés physiques et chimiques ne doivent donc pas être attribuées à la présence d'un hydrure de cuivre ou d'hydrogène occlus et ne peuvent s'expliquer que par l'existence d'une modification spéciale du cuivre, susceptible de s'oxyder à froid en donnant du bioxyde CuO et de se dissoudre dans l'acide azotique très-étendu en dégageant du protoxyde d'azote et en noircissant. Il est probable que cette modification correspond au cuivre des sels cuivriques. En se changeant en cuivre ordinaire, elle se polymérise, dégage de la chaleur et fournit par oxydation de l'oxyde cuivreux avant de passer à l'état d'oxyde cuivrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode synthétique pour la formation des carbures d'hydrogène.* Note de M. **Fr. Landolph**, présentée par M. Berthelot.

« Les combinaisons fluoborées des carbures d'hydrogène, telles que le fluoboréthylène, doivent entrer facilement en réaction avec les composés organiques oxygénés capables de fournir par déshydratation des carbures déterminés. C'est l'énergie puissante du bore pour les éléments de l'eau qui doit provoquer ces sortes de réactions et nous permettre ainsi d'obtenir synthétiquement un grand nombre de carbures d'hydrogène avec beaucoup de facilité.

» J'ai fait réagir jusqu'à présent la combinaison fluoborée de l'éthylène, $C^2H^3BH^2$, sur le camphre, et j'ai obtenu les résultats les plus nets.

» J'ai chauffé à cet effet un équivalent de fluoboréthylène et un équivalent de camphre ordinaire en vase clos à 220 degrés pendant dix-huit heures. Une durée de douze heures et une température de 200 degrés sont également plus que suffisantes pour opérer la transformation. Il faut se garder de chauffer le mélange pendant vingt-quatre heures à 120 degrés. Dans ces conditions, les tubes, même les plus résistants, se brisent inévitablement par suite de l'action de l'acide fluorhydrique éliminé sur le verre, dont la résistance est énormément diminuée. C'est le fond des tubes qui se détache circulairement, juste au niveau de la masse d'acide borique éliminée dans le cours de la réaction.

» Le produit de la transformation est formé par de l'acide borique et par un liquide de couleur jaunâtre et d'un aspect huileux.

» La majeure partie de l'acide borique reste au fond des tubes sous forme d'une espèce de culot blanc et résistant, à surface parfaitement limitée. Une faible portion de cet acide se trouve condensée dans la pointe des tubes. La totalité du bore du fluoboréthylène est ainsi éliminée sous forme d'acide borique.

» La partie liquide distille à une première distillation de 180 à 220 degrés, et le résidu, constituant à peu près un tiers du liquide total, ne distille qu'au-dessus de 300 degrés et me paraît être formé par des polymères du carbure principal formé dans cette réaction.

» Le liquide bouillant de 180 à 220 degrés renferme encore une certaine quantité d'acide borique. On s'en débarrasse facilement en lavant le tout avec de l'eau chaude. La majeure partie de ce liquide, desséchée avec un peu de chlorure de calcium, distille alors de 185 à 190 degrés.

» L'odeur de ce composé est assez agréable et légèrement camphrée, mais tout à fait différente de l'odeur particulière du cymène ordinaire. La composition correspond à la formule $C^{12}H^{18}$. Voici les résultats de l'analyse :

	I.	II.	Calculé pour $C^{12}H^{18}$.
C..........	87,54	87,63	88,8
H..........	11,28	11,14	11,11

	I.	II.	Calculé pour $C^{12}H^{18}$.
Densité de vapeur D......	5,44	5,51	5,6

» On croit que la densité de vapeur de ce composé est un peu trop faible. Il faut peut-être attribuer ce fait à la présence de traces de camphre

et de traces d'un carbure à équivalent un peu moins élevé, eu égard à la présence, parmi les produits gazeux, d'une faible quantité d'oxyde de carbone.

» La pression dans les tubes est faible et le gaz recueilli est un mélange d'air atmosphérique avec très-peu d'acide fluorhydrique et d'oxyde de carbone.

» Le carbure $C^{12}H^{18}$ formé sous cette réaction peut être ou bien de l'éthylcymène, c'est-à-dire du méthylpropyléthylbenzène, ou bien de l'éthylène cymène, $C^{10}H^{14}, C^2H^4$.

» La théorie atomique conduit plutôt à une constitution conforme à celle de l'éthylcymène. Cependant le point d'ébullition de l'éthylcymène, d'après les analogies, doit être situé un peu au-dessus de 200 degrés.

» Par contre, le mode de formation de ce carbure indiquera comme formule véritable celle de l'éthylène cymène.

» En effet, l'énergie du système $C^{10}H^{14}$ doit être de beaucoup supérieure à l'énergie du système C^2H^4; d'où il s'ensuivrait que les 4 atomes d'hydrogène du groupe atomique C^6H^4 seraient attirés avec beaucoup plus de force par ce groupe même que par le groupe atomique C^2H^4. Ce dernier groupe, du reste, occupe probablement dans le système $C^{12}H^{18}$ la position relative dans l'espace qu'occupaient auparavant dans la molécule du camphre les éléments de l'eau.

» La fonction du carbonyle du camphre étant démontrée par M. Berthelot, on peut écrire la formule de ce composé, en tenant compte en même temps des résultats obtenus par l'action du fluorure de bore sur le camphre, de la manière suivante :

$$C^5H^4,(CO,H^2)\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\right.$$

» En remplaçant dans cette formule les éléments de l'eau par C^2H^4, on aura pour l'éthylène cymène la formule suivante :

$$C^5H^4,(C,C^2H^4)\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\right\} = C^6H^4,C^2H^4\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\right.$$

et pour l'éthylcymène la formule que voici :

$$C^5H^3(C,C^2H^5)\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ C^3H^7 \end{matrix}\right\} = C^6H^3\left\{\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \\ C^3H^7. \end{matrix}\right.$$

» La question sur la constitution véritable de ce carbure ne saurait être tranchée que par une étude détaillée de ses produits d'oxydation ou par une comparaison directe avec l'éthylcymène obtenu synthétiquement par l'action du chlorure de cymène sur le zinc éthyle.

» Je continuerai l'étude de ce carbure aussitôt que j'en aurai une quantité un peu plus considérable à ma disposition [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pelletiérine, alcaloïde de l'écorce de grenadier.* Note de M. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« 1. On s'accorde généralement à reconnaître que l'écorce de grenadier (tiges et racines) est héroïque comme tænifuge à l'état frais, tandis que, sèche et conservée depuis longtemps, elle a perdu en partie sa vertu. L'explication la plus naturelle de cette différence d'action peut être que le principe actif de cette écorce doit être fort altérable; mais les recherches faites jusqu'à ce jour n'y ont fait encore rencontrer aucun corps de cette nature. J'ai été assez heureux pour y trouver un alcaloïde volatil dont j'ai l'honneur de présenter la découverte à l'Académie.

» En l'honneur du savant qui a le plus contribué à l'histoire des alcaloïdes, je propose d'appeler *pelletiérine* ce nouvel alcali retiré du grenadier.

» 2. *Préparation.* — De l'écorce de grenadier (tiges et racines) est réduite en poudre grossière, puis humectée avec un lait de chaux assez épais et tassée dans des allonges. On lessive à l'eau et l'on recueille deux parties de liqueur qu'on agite fortement et à plusieurs reprises avec du chloroforme. Ce dernier, séparé au moyen d'un entonnoir à robinet, est agité avec une quantité convenable d'acide étendu, de manière que la réaction du liquide aqueux devienne neutre ou légèrement acide. On a ainsi des solutions de sulfate, chlorhydrate, azotate, etc., de pelletiérine, qu'on n'a qu'à évaporer dans le vide et sur l'acide sulfurique pour obtenir les sels cristallisés. Pour isoler l'alcaloïde, on peut le mettre en liberté en traitant ses solutions salines par le carbonate de potasse et agitant avec l'éther ou mieux avec le chloroforme; les solutions éthérées ou chloroformiques étant distillées à une douce chaleur laissent l'alcali comme résidu.

» Un kilogramme d'écorces sèches du commerce, les seules que j'avais a ma disposition, m'ont donné par ce procédé près de 4 grammes de sulfate

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de l'Université de Genève.

de pelletiérine cristallisé. Sans doute qu'avec des écorces fraîches on en obtiendrait davantage.

» 3. *Propriétés physiques.* — La pelletiérine a une consistance oléagineuse et est incolore quand elle a été obtenue par évaporation dans le vide de ses solutions éthérées ou chloroformiques; celles-ci, distillées à l'air, la donnent légèrement colorée en jaune. Une mèche trempée dans la pelletiérine brûle comme si elle avait été imbibée d'une huile volatile.

» La pelletiérine est volatile; elle a une odeur aromatique légèrement vireuse. Elle émet des vapeurs à la température ordinaire; les taches huileuses qu'elle forme sur le papier disparaissent au bout de peu de temps d'exposition à l'air. Elle bout aux environs de 180 degrés ([1]) en se colorant fortement à l'air, mais commence à distiller bien au-dessous.

» Elle est très-soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, mais surtout dans le chloroforme; ce dernier l'enlève facilement à ses solutions aqueuses.

» 4. *Propriétés chimiques.* — La réaction de la pelletiérine est fortement alcaline; c'est un alcali puissant qui sature les acides pour former des sels. A l'approche d'une baguette trempée dans l'acide chlorhydrique, elle répand des fumées blanches, comme l'ammoniaque. Elle ne précipite pas les solutions des métaux terreux et alcalino-terreux, mais celles de la plupart des métaux proprement dits. C'est ainsi qu'elle donne un précipité blanc avec les sels de plomb, de mercure, de zinc et d'argent; avec les deux derniers, le précipité se redissout dans un excès de pelletiérine. Avec l'azotate de cobalt, elle donne un précipité bleu; de même avec le sulfate de cuivre : un excès ne redissout pas ces précipités.

» Elle ne précipite pas le chlorure de platine. Elle précipite le chlorure de palladium et le chlorure d'or. Ce dernier précipité, assez soluble, est réduit à chaud.

» Enfin, comme les alcaloïdes, elle précipite par le tannin, l'eau bromée, l'iodure ioduré de potassium, l'iodure de mercure et de potassium, l'iodure de potassium et de cadmium, et l'acide phosphomolybdique. Le précipité formé avec le tannin est soluble dans un excès de réactif; celui formé par l'eau bromée est soluble dans un excès de pelletiérine.

« 5. *Sels.* — Les sulfate, chlorhydrate, azotate de pelletiérine que j'ai préparés sont cristallisés. Ces sels sont excessivement hygrométriques.

([1]) La petite quantité dont je disposais ne m'a pas permis de prendre *exactement* son point d'ébullition.

Obtenus par évaporation de leurs solutions dans le vide sec, ils sont incolores; si ces solutions neutres sont évaporées à l'étuve, les sels sont colorés en jaune, et en même temps, par la perte d'une partie de la base, leur réaction est devenue acide. Ces sels sont légèrement odorants; leur saveur est amère et aromatique.

» Dans une prochaine Communication, je ferai connaître la composition de cet alcaloïde volatil et j'en compléterai l'étude. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la distinction entre les sensations lumineuses et les sensations chromatiques.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une précédente Communication, faite avec la collaboration du Dr Landolt (18 février 1878), nous avons établi que les sensations de lumière et les sensations de couleur sont le résultat de deux fonctions bien distinctes, qui, intimement fusionnées dans l'exercice habituel de la vision, peuvent être nettement isolées l'une de l'autre par l'analyse physiologique. La sensation lumineuse est la réaction simple, primitive, essentielle, constante de l'appareil visuel; la sensation de couleur est une réaction secondaire, inconstante, variable suivant le point de la rétine considéré et suivant de nombreuses conditions expérimentales.

» Nous avons vu, en explorant les diverses parties de la rétine, la sensibilité chromatique varier indépendamment de la sensibilité lumineuse; nous allons montrer aujourd'hui que réciproquement la sensibilité lumineuse peut changer dans certaines conditions pendant que la sensibilité aux couleurs reste constante.

» Tout le monde sait que la vision est plus ou moins délicate suivant que l'œil sort d'un séjour suffisamment long dans l'obscurité, ou qu'il vient d'être pendant un certain temps exposé à l'action des rayons lumineux. Dans le premier cas, l'œil perçoit facilement des nuances qu'il serait incapable de distinguer dans son état d'activité ordinaire, et il est vivement impressionné par des lumières qui n'affectent pas un œil non reposé. Il est facile de s'assurer, à l'aide de la méthode que nous avons suivie dans nos expériences avec M. Landolt, que l'œil reposé dans l'obscurité jouit en effet d'une sensibilité lumineuse très-supérieure à celle de l'œil en activité. Cette supériorité, très-sensible quand on opère avec de la lumière blanche, est aussi facile à observer quand on se sert de différentes lumières mono-

chromatiques ; il faut alors, pour produire la sensation lumineuse qui précède la distinction de la couleur, une proportion de lumière beaucoup plus faible ; pour le vert par exemple, si l'on a trouvé 121 comme minimum de lumière produisant la sensation, on trouve qu'après un séjour de quinze à vingt minutes dans l'obscurité la sensation se produit avec une lumière égale à 16. (Ces chiffres expriment en millimètres carrés l'étendue de la lentille qui produit l'image lumineuse présentée à l'œil.)

» Pour le rouge, s'il a fallu 50 pour l'œil en activité, il ne faut plus que 12 pour l'œil reposé. Pour le bleu, il ne faut plus que 16, au lieu de 400.

» Or, si dans ces deux conditions expérimentales différentes, l'une d'un œil suffisamment reposé, l'autre d'un œil ayant déjà subi (à un degré moyen, bien entendu) l'action des rayons lumineux, on détermine suivant la même méthode quel minimum de chaque couleur il faut présenter à l'œil pour lui faire distinguer le ton de la couleur employée, on trouve le même minimum dans l'un et l'autre cas. En d'autres termes, la sensibilité chromatique n'est pas modifiée par l'exercice ou par le repos de l'appareil visuel, tandis que la sensibilité lumineuse est, sous les mêmes influences, profondément changée.

» Ce fait, joint à ceux que nous avons indiqués précédemment, montre une fois de plus que l'on doit distinguer absolument la sensibilité lumineuse de la sensibilité chromatique, puisque ces deux fonctions, comme nous l'avons montré, peuvent varier tout à fait indépendamment l'une de l'autre.

» Vient-on maintenant à se demander ce qu'il y a de changé dans l'appareil visuel quand on l'examine à l'état de repos ou à l'état d'activité, on songe tout d'abord à la fatigue, qui manque dans le premier cas, et qui pourrait exister dans le second ; mais d'abord nous entendons par l'état d'activité de l'œil l'état dans lequel il se trouve du matin au soir, et nous ne croyons pas, surtout dans les conditions moyennes où nous nous sommes placé, qu'il intervienne là aucune fatigue; l'œil subit d'une manière continue l'action de la lumière, mais c'est là son état habituel et normal ; on ne peut voir dans un œil normal un œil fatigué.

» Et puis, comment admettre que cette fatigue se fasse sentir à un tel degré sur la sensibilité lumineuse sans modifier en aucune façon la sensibilité chromatique ? Tout le monde sait, au contraire, que la vraie fatigue, celle qui se fait sentir après l'action d'une lumière excessive, porte à la fois sur ces deux fonctions.

» Il y a donc là l'intervention d'un autre facteur, et nous ne pouvons

le chercher que dans le fait physiologique suivant, signalé par Boll et Rühne : il existe dans la rétine une substance chimique de couleur rouge, que la lumière décolore et qui se régénère dans l'obscurité. Si l'on veut admettre, comme cela est probable, que le nerf optique est excité, non pas directement par la lumière, mais indirectement par la modification chimique que la lumière produit dans le rouge rétinien, on expliquera tout naturellement la sensibilité supérieure de l'œil reposé par l'excès de substance photochimique que cet œil a acquise sous l'influence de l'obscurité.

» Nous avons d'ailleurs étudié ce phénomène du repos de l'œil dans plusieurs autres de ses détails, et les résultats que nous avons obtenus confirment, comme on le verra, cette interprétation [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'existence d'un tremblement réflexe dans le membre non paralysé, chez certains hémiplégiques.* Note de M. J. **Dejerine**, présentée par M. Vulpian.

« On sait que, dans une certaine catégorie de cas d'hémiplégie, en particulier dans ceux qui s'accompagnent de sclérose descendante et de contracture (bien que le symptôme dont nous allons parler ne soit pas cependant toujours constant dans ces cas-là), on peut produire dans les membres du côté paralysé, en imprimant aux extrémités de ces membres certaines positions déterminées, un tremblement d'une nature spéciale, tremblement rhythmé, à oscillations très-régulières, et plus ou moins persistant, selon les cas. Ce tremblement est, en général, assez difficile à produire dans le bras du côté paralysé, mais il est, au contraire, assez facilement obtenu dans la jambe du côté malade, en appliquant la main sur la plante du pied et en fléchissant plus ou moins fortement le pied sur la jambe. On voit alors le pied agité d'une trémulation convulsive, constituée par une série d'oscillations régulières, produites elles-mêmes par une succession de petits mouvements d'extension et de flexion alternatifs du pied sur la jambe. C'est cette forme de tremblement, bien connue depuis un certain nombre d'années, que l'on désigne sous le nom de *tremblement réflexe* des hémiplégiques. Ce tremblement unilatéral présente la plus grande ressemblance avec le tremblement bilatéral des deux membres inférieurs, que l'on ob-

---

[1] Travail du laboratoire d'Ophthalmologie de l'École des Hautes Études.

serve dans certaines formes de paraplégie, dans les compressions de la moelle par exemple, ou dans la sclérose en plaques disséminées, et que certains auteurs ont désigné sous le nom d'*épilepsie spinale*.

» Jusqu'à présent, à ma connaissance du moins, le tremblement réflexe du membre inférieur, chez les hémiplégiques, n'a jamais été observé que dans le membre du côté paralysé.

» Les recherches que j'ai entreprises à cet égard démontrent d'une façon très-nette que, dans certains cas, ce tremblement réflexe s'observe dans le membre inférieur du côté sain, aussi bien que dans celui du côté malade, et qu'il s'y observe même assez fréquemment.

» Sur une quinzaine d'hémiplégiques, examinés à ce point de vue, j'ai rencontré cinq fois le tremblement réflexe du pied du côté sain, en même temps que celui du côté paralysé.

» Les cinq hémiplégies dans lesquelles j'ai constaté ce tremblement bilatéral étaient des hémiplégies communes, vulgaires, durant depuis deux à trois ans, portant uniquement sur la motilité et très-prononcées, car, dans quatre des cas, la marche et la station debout, sans que les malades fussent maintenus en équilibre, étaient impossibles.

» Voici ce que j'ai observé sur ces cinq malades :

» Le tremblement réflexe du membre sain était aussi intense et durait aussi longtemps que le tremblement du membre paralysé. Ce tremblement se produisait dans l'un et dans l'autre des membres inférieurs, par la simple flexion du pied sur la jambe, et durait très-longtemps, en imprimant à la main de l'observateur un tremblement régulier et énergique. En agissant à la fois sur les deux membres inférieurs, on obtenait un tremblement bilatéral. La flexion brusque du gros orteil était loin d'arrêter toujours le tremblement, mais, dans certains cas, une constriction énergique des muscles de la région jambière postérieure faisait cesser le phénomène.

» Chez deux malades, le tremblement du membre sain s'observait à l'occasion du moindre mouvement volontaire.

» Tous ces malades avaient une contracture très-prononcée du bras et de la jambe du côté paralysé.

» Du côté sain, le membre inférieur et le membre supérieur ne présentaient aucune espèce de paralysie, soit de la motilité, soit de la sensibilité; tous les malades pouvaient se tenir longtemps dans la station debout, sur leur membre sain, à la seule condition qu'on les aidât à se maintenir dans un certain état d'équilibre.

» A première vue, un observateur non prévenu, en voyant ce tremblement réflexe des deux membres inférieurs, eût conclu à l'existence d'une paraplégie, par compression de la moelle par exemple : on sait, en effet, que c'est surtout dans les cas de ce genre que l'on observe ce phénomène; mais l'examen du malade, en montrant, d'une part, une hémiplégie complète de tout un côté du corps, et d'autre part une intégrité absolue de la motilité du côté opposé, dans le membre supérieur comme dans le membre inférieur, excluait aussitôt la possibilité d'une hypothèse de ce genre.

» Le phénomène clinique que nous décrivons, et qui existe chez certains hémiplégiques, n'est pas jusqu'à présent d'une interprétation physiologique très-facile, et, à cet égard, nous ne pouvons que formuler une hypothèse assez vraisemblable, mais à laquelle manque encore la sanction d'un examen anatomique. Peut-être, la sclérose latérale descendante, qui est constante dans les hémiplégies anciennes avec contracture, et qui, comme on le sait, se systématise dans la partie postérieure du cordon latéral du côté de la paralysie, s'est-elle, dans les cas que nous publions, propagée au cordon latéral du côté sain, et la moelle lombaire est-elle atteinte de sclérose bilatérale descendante, comme dans certains cas de paraplégie par mal de Pott par exemple : c'est aux recherches ultérieures qu'il appartient de démontrer ou d'infirmer l'exactitude de cette hypothèse.

» *Conclusions.* — Chez certains hémiplégiques, qui au premier abord ne diffèrent en rien des hémiplégiques ordinaires, on détermine dans le membre du côté sain, par la flexion du pied sur la jambe, un tremblement réflexe, en tous points analogue à celui qui existe dans le membre inférieur du côté paralysé. »

ANATOMIE. — *Sur les terminaisons des nerfs dans les glandes sudoripares de la patte du chat.* Note de M. P. COYNE [1], présentée par M. Vulpian.

« Les excitations de certaines parties des centres nerveux et des nerfs amènent, comme on le sait, des modifications très-remarquables dans l'activité sécrétoire des glandes sudoripares.

» J'ai entrepris, à l'instigation de M. Vulpian, de rechercher sur le chat, dont la patte, par sa face plantaire, se prête à l'étude de ce phénomène, quelles peuvent être les relations anatomiques existant entre les glandes su-

---

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian.

doripares de cette région et les nerfs périphériques par l'intermédiaire desquels est transmise cette influence nerveuse.

» J'ai fait usage, pour cette recherche, de l'acide formique à 4 pour 100 et de chlorure d'or à 1 pour 100, en faisant subir à ce procédé quelques modifications de détail, nécessitées par la compacité des tissus et par la présence de nombreux lobules adipeux.

» J'ai fait des coupes fines des fragments durcis dans l'alcool absolu dans deux directions : 1° dans le sens vertical; 2° parallèlement à la surface. De ces dernières coupes je n'ai eu à utiliser que celles qui correspondaient aux couches les plus profondes de la peau.

» Sur les coupes verticales, on voit que les glandes sudoripares de la patte du chat sont très-longues, très-irrégulières, très-tortueuses et se terminent à la face profonde du tissu cellulo-adipeux par un lobule. Ce lobule est formé par l'enroulement en 8 de chiffre du tube glandulaire renflé à ce niveau et qui envoie en différents sens d'assez nombreux diverticules en doigt de gant. C'est également à ce même niveau que les troncs nerveux de la face profonde de la peau forment un plexus horizontal important, d'où partent des troncs plus petits et ascendants qui se rendent ensuite dans les parties superficielles de la peau.

» De ce plexus et des troncs nerveux qui le constituent partent de petits filets composés de fibres nerveuses amyéliniques. Ces filets sont indépendants des vaisseaux et sont remarquables par les ondulations qu'ils présentent. On en voit manifestement quelques-uns venir se rendre aux lobules terminaux des glandes sudoripares, qui chez le chat sont particulièrement riches en filets nerveux.

» Les petits filets dont je viens de parler, composés de trois à quatre fibres nerveuses, s'accolent à la face extérieure du tube glandulaire; d'abord isolés de ce tube, ils se perdent dans sa gaîne conjonctive et dans la membrane limitante de cette portion de la glande. Les fibres nerveuses qui les constituent, remarquables par leur coloration noire et leur aspect ondulé, ne disparaissent pas toutes en même temps dans la gaîne de la glande. On les voit se détacher successivement des filets ou troncules. Lorsqu'elles s'en séparent, elles ne sont plus représentées que par le cylindre-axe : elles disparaissent alors dans les parois du tube glandulaire; cependant on peut les suivre jusque dans le voisinage de la membrane limitante.

» Je n'ai pas pu suivre plus loin les éléments nerveux, le chlorure d'or, par sa réduction, ayant rendu l'épithélium glandulaire complétement opaque.

» Dans d'autres cas, il m'a paru que de simples fibres nerveuses, plus volumineuses que les précédentes, mais également amyéliniques, partant de troncs nerveux, se dirigeaient en droite ligne vers le tube glandulaire, se divisaient dans son voisinage immédiat en deux ou trois fibres secondaires et se terminaient dans des cellules extérieures à la membrane limitante. Ces éléments cellulaires sont ou triangulaires ou allongés, avec des prolongements multiples. Leurs caractères rappellent assez bien ceux des cellules nerveuses par leur forme multipolaire, la grosseur de leur noyau, l'apparence grenue de leur protoplasma.

» Il résulte de mes recherches que le cul de sac glandulaire de la glande sudoripare entre en relation avec le système nerveux périphérique de deux manières : 1° par des tubes nerveux qui se perdent dans la membrane limitante ; 2° par des cellules essentiellement différentes des cellules conjonctives et analogues par leurs caractères à des cellules nerveuses multipolaires. Ces cellules sont situées également en dehors de la membrane limitante.

» Il m'a été impossible de suivre plus loin ces éléments nerveux et de saisir leurs relations avec les éléments épithéliaux. Ce point d'Anatomie sera le sujet de nouvelles recherches. »

ENTOMOLOGIE. — *Métamorphose et sexués du Puceron du peuplier*, Pemphigus spirothecæ, Pass. [1]. Note de M. LICHTENSTEIN.

« Depuis les diverses Communications relatives à la génération des Pucerons que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai continué mes élevages avec succès et tous les résultats viennent confirmer mes théories.

» Cette fois-ci c'est un Puceron de la galle en spirale sur le pétiole des feuilles du peuplier, que j'ai pu suivre tout cette hiver. Voici son histoire:

» Fin novembre et dans les premiers jours de décembre, les galles sont remplies de Pucerons ailés. C'est la forme que j'appelle *pupifère*. Elle m'a déposé en tube les petites pupes de deux grandeurs différentes, d'où sont sortis, dès le second jour, les insectes sexués. Ils sont privés de rostre; le mâle a un pénis saillant; sous l'abdomen la femelle laisse voir par transparence son gros œuf unique qui la remplit en entier. Leur longueur est de $0^{mm},50$ et $0^{mm},56$. Leurs antennes courtes et trapues ont quatre

(1) Réaumur, t. III, f° 308.

articles à peu près de même grandeur, le dernier coupé un peu en biseau et ayant une petite dent à l'extrémité.

» La femelle pond son œuf unique, trois ou quatre jours après l'accouplement; elle l'entoure d'une sécrétion laineuse, blanche, et meurt à côté de lui. J'ai trouvé en liberté, dans de vieilles galles, le même œuf, avec la femelle morte. Cet œuf est d'un blanc sale avec l'extrémité un peu plus foncée. Cet œuf a passé l'hiver et est éclos du 15 au 20 avril; le petit qui en sort ressemble assez à ses parents, mais il a un rostre qui dépasse la troisième paire de pattes. Ses cuisses intermédiaires ont une petite dent à leur base. Mis sur une jeune pousse de peuplier, il s'est fixé tout de suite sur le pétiole et a formé une galle qui aujourd'hui, 10 mai, a déjà la grosseur d'un petit pois.

» Nous avons donc encore ici, comme chez les Phylloxeras, un œuf *unique* comme point de départ.

» Ceux qui ont bien voulu accorder quelque attention à mes travaux précédents savent que cet œuf unique donnera naissance à une larve à gemmation multiple, tandis que, chez les insectes à ponte nombreuse, la gemmation de la larve est simple et se réduit à un changement de peau.

» En considérant comme un état larvaire ce qu'on a appelé jusqu'à présent des *femelles ailées vivipares*, tous les miracles d'hermaphroditisme et de parthénogénèse disparaissent, et les pucerons sont ramenés, comme tous les insectes, à quatre phases larvaires terminées chacune par une forme imitant tellement celle d'une femelle que je les appellerai *fausses femelles* ou *pseudogynes*.

» Ces fausses femelles apparaissent deux fois sous forme aptère, deux fois sous forme ailée et la seconde forme ailée fournit comme gemmation des pupes sexuées. J'espère être très-prochainement en mesure de fournir de nouveaux matériaux à l'histoire des Pucerons des galles du peuplier et de l'ormeau, en ayant de grandes quantités en observation. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'œuf d'un poisson du groupe des Squales*, Stegostoma tigrinum, *Broussonnet*. Note de M. L. Vaillant, présentée par M. Blanchard.

« Chez la plupart des poissons élasmobranches, l'œuf dépourvu d'une coque protectrice dure est retenu dans les organes maternels jusqu'au complet développement du petit; pour quelques-uns au contraire, ce corps,

revêtu d'une enveloppe cornée, est pondu directement et subit une évolution extérieure. Cette dernière condition est exclusivement présentée chez les Squales par certaines espèces de la première section, établie par MM. Muller et Henle, les *Scylliida*, désignés d'ordinaire sous le nom de *Roussettes*.

» La forme de la coque est connue aujourd'hui dans les deux espèces de *Scyllium* de nos côtes, chez le *Pristiurus melanostomus*, Rafin., chez les *Chiloscyllium punctatum*, Kuhl et v. Hass., et *Ginglymostoma cirratum*, Linné, ce qui fait en somme quatre genres, sans tenir compte d'un rapprochement qu'Auguste Duméril, dans un excellent résumé de nos connaissances sur ce sujet, suppose, sous toutes réserves, pouvoir être établi entre un œuf de forme bizarre, trouvé sur les côtes de l'Australie, et le *Crossorhinus barbatus*, Gml., hypothèse que l'observation directe n'a pas encore confirmée. La femelle abandonnant ses œufs aussitôt après la ponte, il faut en effet un concours de circonstances assez rares à rencontrer pour qu'il soit possible de rapporter ceux-ci à l'animal qui les produit. On ne peut guère résoudre cette question que dans deux cas, soit par l'examen anatomique d'une femelle prise à une époque favorable et présentant dans les oviductes les œufs entièrement formés, soit lorsque le fœtus, encore contenu sous ses enveloppes, est assez développé pour permettre d'établir ses caractères spécifiques.

» Cette dernière condition s'est trouvée réalisée sur deux œufs de Squales offerts au Muséum, l'un par M. Poucher, en 1870, et recueilli à la Nouvelle-Calédonie, l'autre pris à Aden, il y a quelques mois, par M. Edouard Thierry : ils proviennent du *Stegostoma tigrinum*, Broussonnet. Les coques cornées de couleur sombre, brun rougeâtre, longues de $0^{m},12$ à $0^{m},13$, larges de $0^{m},08$, ont la forme d'un quadrilatère allongé : les faces sont bombées et légèrement striées dans le sens du grand axe ; l'un des bords épaissi présente cette fente longitudinale, qui paraît jouer un rôle important dans la respiration et la nutrition du fœtus. Les angles sur l'un et l'autre exemplaire ne présentent pas trace de ces prolongements filamenmenteux si développés chez les *Scyllium*, plus réduits et n'existant qu'à l'une des extrémités chez les *Pristiurus* ; sous ce rapport, ces œufs se rapprocheraient de ceux des *Chiloscyllium*, et des *Ginglymostoma*, sans en avoir toutefois la forme ovoïde, presque globuleuse.

» M. Edouard Thierry, en ouvrant la coque, y trouva un petit Squale assez avancé dans son développement. La longueur du fœtus est de $0^{m},20$; le vitellus, formant une sphère d'environ $0^{m},05$ de diamètre, est suspendu à

l'ombilic par un pédicule long de $0^m,04$; le poids total du contenu de l'œuf est de 57 grammes. L'examen des caractères de cet animal, qui est dans un état de parfaite conservation, permet de le rapporter sans aucun doute à l'espèce désignée plus haut.

» Cette observation fait connaître la composition et la forme de l'œuf dans un nouveau genre de Squales appartenant encore à la famille des Roussettes, mais la coque, tout en se rapprochant du type habituel, diffère cependant des enveloppes analogues connues jusqu'ici et donne un intermédiaire entre les œufs des *Scyllium* et ceux des *Ginglymostoma,* joignant à la forme générale des premiers l'absence de prolongements constatée chez les seconds. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'unité des forces en Géologie.* Note de M. V.-H. **Hermite**.

« *Les pressions latérales, les failles.* — Pour simplifier l'exposé de ces phénomènes complexes, examinons d'abord les effets de forces dirigées de bas en haut agissant sur un terrain horizontal formé de strates superposées et dont l'élasticité serait nulle. Dans ces conditions, il se produira un bombement que nous supposerons engendré par un profil mené suivant les lignes de plus grandes pentes et se mouvant parallèlement à lui-même le long d'une ligne droite horizontale. L'étendue initiale des strates augmentera depuis la plus profonde, restée horizontale, jusqu'à celle de la surface du terrain; pour racheter ces différences de grandeur, il se produira des fractures en forme de *coin*, qui découperont le terrain en une suite de bandes parallèles entre elles et perpendiculaires au profil générateur. Les joints des prismes ainsi formés s'établiront suivant les lignes de moindre résistance, c'est-à-dire perpendiculairement à la surface du terrain. Tous les plans des fractures situées sur les pentes du bombement seront inclinés sur la verticale et se dirigeront sous le plateau ; en sorte que, si l'on considère ces plans deux à deux sur chaque versant opposé, ils formeront les joues de *coins* dont le plateau serait la tête. Il résulte de cette circonstance que si, par une cause quelconque, le plateau vient à s'enfoncer, il produira des pressions latérales dont la grandeur sera fonction de l'inclinaison des joints, de la masse effondrée et de sa dénivellation. Ajoutons que cet enfoncement ne peut avoir lieu sans relever un volume équivalent des parties voisines des zones des pentes.

» On peut, avec quelques modifications, appliquer ces considérations aux

mouvements secondaires que nous étudions ; car, si des fractures peuvent ne pas se produire dans une oscillation géogénique, à raison de la grandeur des rayons de courbure et de l'élasticité des roches, il n'en est plus de même pour des mouvements qui plieraient dans le sens de la largeur la bande relativement étroite de la zone des flancs, parce que les rayons de courbure y sont beaucoup plus petits.

» Comme c'est l'ablation de la zone des flancs qui est la cause déterminante des mouvements secondaires, il est nécessaire d'examiner l'influence qu'elle a pu avoir sur les conditions des fractures. Or, d'après ce qu'on sait sur la nature de la courbe de l'ablation, il est clair que l'inclinaison des fractures qui lui sont perpendiculaires fait avec la verticale un angle d'autant plus grand que les fractures sont plus voisines du plateau et que, si l'on considère deux fractures voisines du plateau, situées de part et d'autre sur les flancs opposés, elles formeront, comme dans le cas précédent, les joues d'un coin dont le plateau serait la tête. Cette disposition paraît correspondre à l'origine et au mécanisme des pressions latérales, dont on pourra, dans certains cas, mesurer approximativement la grandeur par la dénivellation des strates et l'inclinaison des fractures.

» Considérons maintenant l'action des forces soulevantes sur la zone des flancs ainsi découpés par les fractures en bandes parallèles. Chacune de ces bandes participant de la forme générale de l'ablation, c'est-à-dire étant plus profondément dénudée dans la partie plus voisine du plateau, subira, dans cette partie, une action plus grande, puisque le poids y est moins considérable. Ces bandes prendront donc toutes une inclinaison plus grande, puisque le poids y est moins considérable. Ces bandes prendront donc toutes une inclinaison plus grande que celle qu'elles avaient avant d'avoir éprouvé l'action des forces soulevantes. La courbe initiale de l'ablation, au lieu de rester sensiblement continue, prendra la forme d'une *scie*, dont la pente des dents sera disposée de façon que les pentes roides regarderont le plateau. Cette disposition représente l'architecture normale de la périphérie des bassins dans toute la vaste zone qui s'étend jusqu'aux aspérités des montagnes.

» Par suite de l'action des forces soulevantes, les fractures seront transformées en *failles* dont le *toit* semblera avoir glissé sur le *mur*, mais dont le mécanisme est précisément inverse, quoique présentant la même apparence.

» Plusieurs autres circonstances qui accompagnent les failles peuvent également s'expliquer sans s'écarter du même ordre d'idées, c'est-à-dire en les rattachant au principe de la pesanteur.

» L'affaissement de la zone des plateaux, tout en déterminant des pressions latérales, fait surgir dans son voisinage, sur les zones des flancs, un volume égal à celui qui s'est affaissé. Cet effet vient s'ajouter à celui des forces soulevantes, qui a déterminé l'architecture normale des bassins; il agit de la même manière sur les fractures en accentuant les reliefs ; il donne par sa combinaison avec les pressions latérales le relief souvent si complexe des montagnes.

» *Périodes glaciaires et interglaciaires.* — Avant la production des mouvements secondaires, l'oscillation géogénique présentait une zone de plateaux couverts de neiges persistantes, d'une étendue comparable, sinon égale, à celle de la plaine helvétique, de la vallée du Rhin, etc. Les glaciers alimentés par des surfaces aussi considérables devaient s'étendre au loin et fournir un terrain erratique dont les glaciers actuels ne peuvent nous donner qu'une faible idée. L'affaissement de la zone des plateaux, tout en mettant fin à la période glaciale, a relevé en même temps et par place le terrain glaciaire à des hauteurs anormales qui devaient contribuer à rendre énigmatique la conception de cette période.

» L'explication que nous proposons d'une période si rapprochée de l'époque actuelle semble s'accorder, d'une part, avec le fait observé que les périodes glaciaires n'ont pas contribué pour beaucoup à l'extinction des espèces et, d'autre part, avec l'existence de périodes interglaciaires qui excluent la plupart des explications proposées, et en particulier celles qui sont tirées des considérations astronomiques.

» Les périodes interglaciaires s'expliquent de la même manière, par une série de mouvements secondaires, dont nous avons parlé dans notre précédente Note. La seule condition à remplir pour leur production est que l'oscillation géogénique qui accompagne ces mouvements intermittents ait relevé jusqu'à la hauteur des neiges persistantes leur niveau supérieur.

» *Phénomènes calorifiques.* — La seconde proposition fondamentale exposée dans la troisième Note sur l'unité des forces, en établissant que l'amplitude des oscillations géogéniques diminue de grandeur, depuis les périodes géologiques anciennes, conduit à établir que la chaleur développée par ces oscillations a été aussi en diminuant. En effet, on peut admettre que la quantité de mouvement absorbée par la cohésion, et qui s'est nécessairement transformée en chaleur, a diminué proportionnellement avec la grandeur des oscillations. Cette chaleur, communiquée par le sol à l'atmosphère et combinée avec la différence d'altitude des terres émergées, a pu créer ces climats que les géologues attribuent aux périodes anciennes.

» Pareillement, la chaleur développée par les mouvements secondaires, et en particulier par l'affaissement de la zone des plateaux a dû diminuer et atténuer les phénomènes éruptifs depuis les anciennes périodes géologiques. »

M. **Broun** adresse une nouvelle Note sur le synchronisme des variations magnétiques et des taches solaires.

M. **A. Maistrasse** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 30 avril 1877.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note intitulée : « Planches métalliques pouvant remplacer la pierre lithographique et même le zinc ».

M. **A. Horvath** transmet à l'Académie une Lettre de M. le professeur de Bary, concernant sa Communication sur « l'influence du repos et du mouvement sur la multiplication des bactéries (1) » :

« Mon cher Docteur,

» Je certifie avec plaisir qu'il y a plus de deux ans, c'est-à-dire dans l'automne de 1875, vous vous êtes occupé dans mon laboratoire de recherches relatives à une question soulevée par vous, celle de l'empêchement qu'apporte à la multiplication des bactéries une agitation mécanique spéciale, expériences qui n'ont été arrêtées à cette époque que par suite de l'insuffisance des appareils employés pour produire l'agitation.

» Mes salutations amicales.

» Votre tout dévoué

» Dr A. de Bary. »

M. **Ch. Fromont** adresse un Mémoire sur divers sujets de philosophie scientifique.

M. **Gazan** adresse une Note relative aux taches et aux protubérances solaires.

M. **A. Gérard** adresse une Note relative au téléphone.

M. **L. Hugo** adresse une Note intitulée : « Sur la régularité géométrique dans l'espace, comme base absolue ».

A 5 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

(1) *Comptes rendus*, 18 mars 1878.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mai 1878.

Mémoire sur le type garumnien; par M. E. Leymerie, suivi d'une *Description des Oursins de la Colonie; par* M. G. Cotteau, sans lieu ni date; br. in-8°.

Nouvelles recherches sur la fermentation ammoniacale de l'urine et la génération spontanée; par MM. P. Cazeneuve et Ch. Livon. Coulommiers, imp. A. Ponsot, 1877; in-8°.

Recherches expérimentales sur la fermentation ammoniacale de l'urine; *par* MM. P. Cazeneuve et Ch. Livon; 2e Mémoire. Sans lieu ni date; br. in-8°.

Annales de la Société des Sciences industrielles de Lyon; n° 1, 1878. Lyon, imp. Storck, 1878; in-8°.

Études théoriques sur le son et la musique; *par* Girod Auguste. Annecy, A. L'Hoste, 1878; br. in-8°.

Voltaire et le Centenaire; *par* le Dr Moura. Paris, E. Dentu, 1878; in-18.

Wagner et Gautier. *Nouveau traité de Chimie industrielle*; t. I, fascicule 5. Paris, F. Savy, 1878; in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille; 4e série, t. IV. Paris, Didron, Lille, Quarré, 1878; in-8°.

Du mercure. Action physiologique et thérapeutique; par le Dr H. Hallopeau. Paris, J.-B. Baillière, 1878; in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; collection in-8°, t. IV, 4e fascicule. Bruxelles, H. Manceaux, 1878; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; 1878, avril. Paris, Dunod, 1878; in-8°.

Anonyme. Mémoire n° 1, *démontrant qu'il n'y a point de quantités imaginaires. Considérations sur l'infini.* Mémoire n° 2 (texte et planches) : *Courbes et surfaces inédites. Considérations diverses.* Rennes, imp. Oberthur et imp.

Bodin, sans date; 3 broch. in-8° autographiées. (Renvoi au Concours Poncelet, 1878.)

Rapport du Directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel sur le concours des chronomètres observés en 1877. Locle, Société Locloise d'imprimerie, 1878; br. in-8°.

Quale sia il limite fra le Alpi e gli Apennini; per P. CANEPA. Genova, Sambolino, 1878; in-8°.

Sui telefoni senza lamine. Communicazione del prof. Fr. ROSSETTI. Venezia, tip. Antonelli, 1878; in-8°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; febbraio, marzo, aprile 1878. Roma, 1878; 3 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXV, 1877-78, serie terza. Transunti, vol. II, fasc. 4°, marzo 1878. Roma, Salviucci, 1878; in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; disp. 4ª, aprile 1878. Palermo, tip. Lao, 1878; in-4°.

Giornale di Scienze naturali ed economiche, pubblicato per cura della Società di Scienze naturali ed economiche di Palermo; anno 1876-1877, vol. XII. Palermo, tip. Lao, 1877; in-4°.

On the solutions of the equation $V\rho\varphi(\rho) = 0$, $\varphi(\rho)$ *representing a linear vector-function, generally not self-conjugate; by* G. Plarr. Sans lieu ni date; br. in-4°.

The proceedings of the Linnean Society of new South Wales; vol. II, Part the second. Sydney, Foster and Fairfax, 1877; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 6 mai 1878.)

Page 1153, ligne 15, *au lieu de* chez quelques-unes, sinon chez les Halophytes, *lisez* chez quelques-unes, sinon chez la totalité des Halophytes.

(Séance du 13 mai 1878.)

Page 1165, ligne 7 en remontant, après les mots arguments des fonctions, *ajoutez* hyperboliques et circulaires.